



---

# ESTUDIO DE PLANIFICACIÓN Y TARIFICACIÓN DEL SISTEMA MEDIANO DE PUERTO WILLIAMS

## INFORME FINAL

PREPARADO PARA



---

Abril 2008

---

## ÍNDICE

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>INTRODUCCIÓN .....</b>   | <b>5</b>  |
| 2.1      | INTRODUCCIÓN .....  | 5         |
| 2.2      | OBJETIVOS .....   | 5         |
| 2.3      | ORGANIZACIÓN DEL INFORME .....  | 6         |
| <b>3</b> | <b>ANTECEDENTES.....</b>  | <b>7</b>  |
| 3.1      | DFL N° 4 AÑO 2006.....  | 7         |
| 3.2      | CONTENIDOS DEL REGLAMENTO DE VALORIZACIÓN Y EXPANSIÓN DE LOS SISTEMAS MEDIANOS .....                    | 9         |
| 3.3      | ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE TARIFICACIÓN .....   | 10        |
| <b>4</b> | <b>CARACTERIZACIÓN Y VALORIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE GENERACIÓN Y TRANSMISIÓN EXISTENTES. ....</b> | <b>12</b> |
| 4.1      | CARACTERIZACIÓN Y VALORIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE GENERACIÓN Y TRANSMISIÓN EXISTENTES .....        | 12        |
| 4.2      | DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS VARIABLES DE OPERACIÓN Y FALLA .....  | 26        |
| 4.3      | VALORIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA Y LOS TERRENOS .....   | 29        |
| 4.4      | ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA Y VALORIZACIÓN DE LOS COSTOS DE PERSONAL .....                                | 39        |
| 4.5      | VALORIZACIÓN DE LOS GASTOS FIJOS ANUALES .....  | 55        |
| 4.6      | VALORIZACIÓN DE LA EMPRESA.....   | 60        |
| <b>5</b> | <b>PROYECCIÓN DE DEMANDA .....</b>  | <b>61</b> |
| 5.1      | ANTECEDENTES .....  | 61        |
| 5.2      | METODOLOGÍA.....  | 61        |
| 5.3      | RESULTADOS OBTENIDOS .....  | 62        |
| 5.4      | ESTIMACIÓN DE LA CURVA DE DURACIÓN MENSUAL CON 5 ESCALONES HORARIOS DE POTENCIA. ....                   | 64        |
| <b>6</b> | <b>PLAN DE EXPANSIÓN ÓPTIMO EN GENERACIÓN .....</b>   | <b>66</b> |
| 6.1      | METODOLOGÍA GENERAL DE PLANIFICACIÓN DE EXPANSIÓN DE UNIDADES DE GENERACIÓN .....                       | 66        |
| 6.2      | PLANIFICACIÓN CON CONSIDERACIONES ECONÓMICAS: SOFTWARE DE PLANIFICACIÓN .....                           | 67        |
| 6.3      | PLANIFICACIÓN CON CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD.....   | 78        |
| 6.4      | CONSIDERACIÓN ADICIONAL: EXPANSIÓN CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE ....                      | 79        |
| 6.5      | PLAN DE EXPANSIÓN ÓPTIMO EN TRANSMISIÓN Y ESTUDIOS ELÉCTRICOS .....                                     | 81        |
| 6.6      | COSTOS DE PERSONAL E INFRAESTRUCTURA Y GASTOS FIJOS ANUALES .....                                       | 85        |
| 6.7      | RANGO DE VALIDEZ TÉCNICA.....   | 86        |
| <b>7</b> | <b>CÁLCULO DEL COSTO INCREMENTAL DE DESARROLLO.....</b>   | <b>90</b> |
| 7.1      | CID EN PUERTO WILLIAMS .....  | 90        |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| <b>8</b>  | <b>PROYECTO DE REPOSICIÓN EFICIENTE EN GENERACIÓN Y COSTO TOTAL DE LARGO PLAZO.....</b>                | <b>91</b>  |
| 8.1       | PROYECTO DE REPOSICIÓN EFICIENTE .....   | 91         |
| 8.2       | COSTOS DE PERSONAL E INFRAESTRUCTURA Y GASTOS FIJOS ANUALES DEL PROYECTO DE REPOSICIÓN EFICIENTE ..... | 98         |
| 8.3       | COSTO TOTAL DE LARGO PLAZO .....   | 106        |
| <b>9</b>  | <b>FÓRMULAS DE INDEXACIÓN.....</b>   | <b>116</b> |
| 9.1       | METODOLOGÍA.....   | 116        |
| 9.2       | INDICADORES UTILIZADOS.....  | 117        |
| 9.3       | FÓRMULA DE INDEXACIÓN.....   | 117        |
| 9.4       | INDEXACIÓN DEL COSTO TOTAL DE LARGO PLAZO .....  | 117        |
|           | <b>ANEXOS .....</b>  | <b>120</b> |
| <b>1</b>  | <b>ANEXO: VALORIZACIÓN DE LA UNIDADES DE GENERACIÓN .....</b>  | <b>121</b> |
| <b>2</b>  | <b>ANEXO: COSTOS DE PERSONAL ESTUDIO SISTEMAS MEDIADOS EDELMAG 2006 .....</b>                          | <b>123</b> |
| <b>3</b>  | <b>ANEXO: VALORIZACIÓN DE LA OPERACIÓN.....</b>  | <b>125</b> |
| 3.1       | DETERMINACIÓN DEL CONSUMO ESPECÍFICO DE LAS UNIDADES.....  | 125        |
| 3.2       | DETERMINACIÓN DEL COSTO DE MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES GENERADORAS .....                             | 127        |
| 3.3       | DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS VARIABLES NO COMBUSTIBLES DE LAS UNIDADES .....                            | 131        |
| 3.4       | COSTO DE COMBUSTIBLE POR UNIDAD GENERADORA DURANTE EL AÑO 2006.....                                    | 133        |
| 3.5       | INDISPONIBILIDAD DE LAS UNIDADES GENERADORAS DURANTE EL AÑO 2006 .....                                 | 133        |
| 3.6       | CURVAS DE DURACIÓN EMPLEADAS PARA SIMULAR LA OPERACIÓN DEL AÑO 2006 .....                              | 134        |
| 3.7       | OPERACIÓN DE LAS UNIDADES GENERADORAS.....   | 135        |
| <b>4</b>  | <b>ANEXO: ANTECEDENTES CAMIÓN GRÚA.....</b>  | <b>136</b> |
| <b>5</b>  | <b>ANEXO: PROYECCIÓN DE DEMANDA .....</b>  | <b>142</b> |
| 5.1       | DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE MODULACIÓN MENSUAL EN PUERTO WILLIAMS. ....                           | 142        |
| 5.2       | PROYECCIÓN MENSUAL DEL CONSUMO EN PUERTO WILLIAMS .....  | 143        |
| <b>6</b>  | <b>ANEXO: DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN PUERTO WILLIAMS.....</b>                             | <b>148</b> |
| <b>7</b>  | <b>ANEXO: CARACTERÍSTICAS DE UNIDADES GENERADORAS Y DE SUBESTACIÓN .....</b>                           | <b>150</b> |
| <b>8</b>  | <b>ANEXO: MÓDULOS DE EXPANSIÓN DE GENERACIÓN .....</b>   | <b>152</b> |
| <b>9</b>  | <b>ANEXO: ESTIMACIÓN INTERESES INTERCALARIOS.....</b>  | <b>154</b> |
| <b>10</b> | <b>ANEXO: CONJUNTO DE PARQUES INICIALES POSIBLES PARA EL AÑO BASE.....</b>                             | <b>156</b> |
| <b>11</b> | <b>ANEXO: COTIZACIONES GENERADORES .....</b>   | <b>157</b> |
| <b>12</b> | <b>ANEXO: FACTURAS Y COTIZACIONES EQUIPOS .....</b>  | <b>177</b> |
| <b>13</b> | <b>ANEXO: COTIZACIÓN REPUESTOS PARA OVERHAUL .....</b>   | <b>192</b> |

## 1 RESUMEN EJECUTIVO

Se presenta en este Informe Final los resultados correspondientes al Estudio de Planificación y Tarifación del Sistema Mediano de Puerto Williams, realizado para la Empresa Eléctrica de Magallanes, Edelmag S.A.

Se reporta el cronograma de inversiones de generación y transmisión para el correspondiente período tarifario, junto con el cálculo del Costo Incremental de Desarrollo (CID) y Costo Total de Largo Plazo (CTLP), donde el primero determina la estructura tarifaria y el segundo define el nivel de estas tarifas.

Lo anterior ha sido determinado, de acuerdo a las Bases, mediante la estimación de demanda realizada para un horizonte de 15 años y considerando precios de mercado para las instalaciones de generación y transmisión.

El Plan de Expansión Óptimo para el período 2006-2021 es vacío, esto significa que no se requieren nuevas instalaciones para abastecer óptimamente la demanda, resultado obtenido a partir de consideraciones económicas, de suficiencia y de seguridad.

Debido a la inexistencia de un cronograma de inversiones, no existe costo incremental de desarrollo (CID), ello en virtud que las propias bases establecen: *“En caso que el plan óptimo de expansión sea nulo, es decir que dentro del período de planificación no sea recomendable la incorporación de instalaciones de generación y transmisión, en el estudio se omitirá el cálculo del CID, y el consultor sólo deberá calcular el CTLP (costo total de largo plazo)”*

Por otra parte, la realización del Proyecto de Reposición Eficiente entrega como resultado el siguiente cronograma de expansión en generación:

**Tabla 1: Proyecto de Reposición Eficiente en el sistema de Puerto Williams**

| Unidad     | Tipo         | Potencia (KW) | Fecha de incorporación | Estado    |
|------------|--------------|---------------|------------------------|-----------|
| CAT 3508   | Motor Diesel | 730           | Ene-06                 | Existente |
| CAT 3508 B | Motor Diesel | 590           | Ene-06                 | Existente |
| CAT 3412   | Motor Diesel | 350           | Ene-06                 | Existente |
| CUMMINS 1  | Motor Diesel | 250           | Ene-18                 | Futura    |

El cronograma determinado define el CTLP que para el sistema mediano de Puerto Williams es de 699.889.846 \$/año.

---

## 2 INTRODUCCIÓN

### 2.1 *Introducción*

La empresa consultora Systep Ingeniería y Diseños S.A. (en adelante Systep o el Consultor), presenta a la Empresa Eléctrica de Magallanes S.A., Edelmag, (en adelante la Empresa), el Informe Final del Estudio de Planificación y Tarifación del Sistema Mediano de Puerto Williams propiedad de Edelmag S.A. (en adelante el Estudio).

En la elaboración de este estudio se ha tenido especial atención en preservar la homogeneidad de criterios y compatibilidad de valores y resultados que debe haber entre éste y el estudio que dio origen a las tarifas que rigen las ventas del resto de la compañía, el Estudio de Planificación y Tarifación de Sistemas Medianos de Edelmag, realizado por el consultor en junio de 2006. En la ejecución del presente estudio se ha usado la información señalada, habida consideración de las actualizaciones que ha correspondido realizar o de nuevas cotizaciones que ha sido del caso efectuar.

La consideración más importante para adaptar los valores de costos del estudio tarifario de Edelmag a los presentes cálculos, ha sido el extremo aislamiento en que opera el Sistema Mediano Puerto Williams. En efecto, es sabido que la localidad en estudio, inmersa en la región denominada “Extremo Austral”, corresponde a una de las zonas del país de más difícil acceso desde el resto del territorio; a orillas del Canal Beagle, en la provincia Cabo de Hornos y Antártica Chilena, se llega a Puerto Williams por aire o por mar, con itinerarios de viajes afectos a continuas interrupciones debido a las rigurosas condiciones climáticas imperantes. Otra particularidad de importancia es el reducido tamaño de la ciudad (la población es de 2200 habitantes app.), y la relativamente escasa actividad económica local (industria de procesamiento de productos marinos, básicamente centolla). El consultor constató estas realidades en terreno, y las ha procurado incorporar en los cálculos que en este informe se presentan.

### 2.2 *Objetivos*

El Artículo 173° de la Ley General de Servicios Eléctricos DFL N° 4 de 2006, dispone para los sistemas eléctricos de capacidad instalada de generación inferior a 200 MW y superior a 1.500 kW, en adelante “sistemas medianos”, la realización cada cuatro años de un estudio para la determinación conjunta de los planes de expansión de las instalaciones de generación y transmisión y los precios regulados a nivel de generación y transmisión de cada sistema mediano. Se establece que los precios que debe aplicar la empresa a sus clientes regulados por concepto de suministro de energía y potencia, serán los resultantes del Estudio anterior, aprobado por la Autoridad y se calcularán sobre la base del costo incremental de desarrollo y el costo total de largo plazo de los segmentos de generación y transmisión según corresponda, de sistemas eficientemente dimensionados y considerando el abastecimiento total de la demanda.

El objetivo principal del Estudio, es la elaboración del plan de expansión de las instalaciones de generación y transmisión para los próximos quince años y la determinación de los precios

regulados a nivel de generación y transmisión en el Sistema Mediano de Puerto Williams, propiedad de la empresa Edelmag.

Los objetivos específicos del Estudio corresponden a los siguientes:

- a) Determinar la Proyección de Demanda (energía y potencia) para los próximos quince años, en Sistema Mediano de Puerto Williams.
- b) Determinar el Plan de Expansión Óptimo, es decir, del plan de expansión de las instalaciones de generación y transmisión que minimice los costos de inversión, operación, falla, mantenimiento, administración y comercialización en un horizonte de quince años, a partir de las instalaciones existentes.
- c) Calcular el Costo Incremental de Desarrollo (CID) en cada nudo del sistema mediano de Puerto Williams, a partir del Plan de Expansión Óptimo determinado.
- d) Determinar el Proyecto de Reposición Eficiente, es decir, del plan de expansión de las instalaciones de generación y transmisión que minimice los costos de inversión, operación, falla, mantenimiento, administración y comercialización en un horizonte de quince años, considerando un parque óptimo inicial, adaptado a la demanda y diseñado en forma eficiente.
- e) Calcular el Costo Total de Largo Plazo en los segmentos de generación y transmisión, a partir del Proyecto de Reposición Eficiente determinado en el punto anterior.
- f) Determinar las correspondientes fórmulas de indexación y su forma de aplicación para los costos calculados en c) y e).

### **2.3 Organización del Informe**

Con el objeto de cumplir de forma ordenada con los objetivos y requerimientos de información especificados en las Bases, el Informe Final se organiza en los siguientes capítulos:

- Capítulo 3: Antecedentes.
- Capítulo 4: Caracterización y valorización de instalaciones.
- Capítulo 5: Proyección de Demanda.
- Capítulo 6: Plan de expansión óptimo y costo incremental de desarrollo.
- Capítulo 7: Cálculo del costo incremental de desarrollo.
- Capítulo 8: Proyecto de reposición eficiente y costo total de largo plazo.
- Capítulo 9: Fórmulas de Indexación.

Posteriormente se incorpora una serie de Anexos con el detalle de los cálculos, modelos utilizados y supuestos realizados.

---

## 3 ANTECEDENTES

### 3.1 DFL N° 4 AÑO 2006

El 13 de marzo de 2004, se publicó la Ley N° 19.940 denominada Ley Corta I del Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción, la cual regula los sistemas de transporte de energía eléctrica, establece un nuevo régimen de tarifas para sistemas eléctricos de capacidad instalada mayores a 1500 kW y menores a 200 MW e introduce adecuaciones a la Ley General de Servicios Eléctricos. Específicamente, el artículo 2° de la Ley Corta I, introduce el concepto de Sistema Mediano y su tarificación a través de la incorporación de los ocho nuevos artículos números 104-1°, 104-2°, 104-3°, 104-4°, 104-5°, 104-6°, 104-7° y 104-8°, que en el texto refundido y sistematizado promulgado como DFL N° 4 de 2006 tienen la numeración 173° a 180°.

El artículo 173° define los Sistemas Medianos como aquellos sistemas eléctricos cuya capacidad instalada de generación es superior a 1,5 MW e inferior a 200 MW. En dichos sistemas se deberá propender al desarrollo óptimo de las inversiones, así como operar las instalaciones de modo de preservar la seguridad del servicio y garantizar la operación más económica para el conjunto de las instalaciones del sistema eléctrico.

El mismo artículo establece que en dichos sistemas se deberán aplicar normas respecto a la exigencia de seguridad, calidad de servicio, obligatoriedad y racionamiento eléctrico. Además, se señala que en el caso de existir más de una empresa generadora en los sistemas medianos, se deberán operar todas las instalaciones interconectadas en forma coordinada de manera de garantizar las exigencias planteadas.

Los planes de expansión de las instalaciones de generación y transmisión y los precios regulados a nivel de generación y de transmisión de cada sistema mediano se determinarán cada cuatro años mediante informes técnicos, según lo establece el artículo 174°. Estos precios regulados, en adelante “precios de nudo de energía” y “precios de nudo de potencia”, según lo establecido en el artículo 5 del Reglamento de Valorización y Expansión de los Sistemas Medianos, publicado en el Diario Oficial el 12 de diciembre 2005, se calculan sobre la base del costo incremental de desarrollo (CID) y del costo total de largo plazo (CTLP) de los segmentos de generación y transmisión de sistemas eficientemente dimensionados, los cuales abastecen la demanda total del sistema eléctrico.

La estructura tarifaria se basa en el CID de cada segmento. Por otro lado, el nivel general de tarifas debe ser suficiente para cubrir el CTLP del segmento de generación y transmisión respectivamente. En los casos donde las instalaciones de generación y transmisión, o una proporción de ellas mayor al 50%, pertenezcan a una misma empresa verticalmente integrada, el nivel de tarifas de las instalaciones correspondientes se fija de modo de cubrir el costo total de largo plazo (CTLP) global de la empresa, considerando las economías de ámbito que resulten pertinentes. Para dichos efectos, se considera una tasa de actualización de 10%.

---

Según el artículo 174°, el CID y el CTLP de los segmentos de generación y transmisión se calculan para el conjunto eficiente de instalaciones de generación y transmisión que permitan abastecer la demanda proyectada en cada sistema mediano.

El CID, tanto a nivel de generación como a nivel transmisión se define, según el artículo 176°, como el costo medio por unidad de demanda incremental de potencia y energía de un proyecto de expansión eficiente del sistema, cuyo valor actual neto (VAN) es igual a cero.

Dicho costo corresponde a la suma de los costos de inversión de las ampliaciones y de los aumentos de los costos de operación, de un sistema en que se realizan las ampliaciones de capacidad de generación y transmisión que minimizan el costo actualizado de la inversión, operación, mantenimiento y energía no suministrada, en un periodo de planificación no menor a 15 años.

El cálculo del CID tiene asociado un plan de expansión que minimiza el costo actualizado de inversión, operación y mantenimiento del sistema para el periodo de planificación. Para la evaluación del plan de expansión se debe considerar entre otros factores, la variabilidad hidrológica cuando corresponda, la disponibilidad de las instalaciones y la incertidumbre relacionada con los costos de los insumos principales, como los precios de combustibles y otros costos asociados a las opciones de generación y transmisión.

El artículo 176° asimismo, define el CTLP, como el valor anual constante requerido para cubrir los costos de explotación e inversión en que se incurra durante el periodo tarifario de cuatro años que sucede a la fijación, de un proyecto de reposición que minimiza el total de los costos de inversión y explotación de largo plazo del servicio.

Por su parte, los artículos 177° y 178° establecen los plazos y procedimientos administrativos que los organismos públicos y empresas deben cumplir para la realización de los estudios para la determinación del plan de expansión y proyecto de reposición de las instalaciones de generación y de transmisión, y para el cálculo del costo incremental de desarrollo y el costo total de largo plazo de los segmentos de generación, de transmisión y de distribución, según corresponda.

El artículo 179° señala que los planes de expansión en instalaciones de generación y transmisión tendrán carácter de obligatorios para las empresas que operen en sistemas medianos, mientras dichos planes se encuentren vigentes. En particular, las obras de generación o de transmisión cuyo inicio de construcción se definan conforme al respectivo plan de expansión, dentro del siguiente periodo de 4 años, deberán ser ejecutadas por las empresas que operen en sistemas medianos, conforme al tipo, dimensionamiento y plazos con que ellas fueron establecidas en el señalado plan.

Finalmente, según lo estipulado en el artículo 180°, los estudios que den origen a los planes de expansión deben señalar el rango de validez de las hipótesis técnicas y económicas que sustentan la conveniencia de la implementación de estos planes en la forma, dimensión y plazos recomendados.

### 3.2 *Contenidos del Reglamento de Valorización y Expansión de los Sistemas Medianos*

La Ley Eléctrica estipula que se definirá en el Reglamento de Valorización y Expansión de los Sistemas Medianos, en adelante el Reglamento, una serie de materias, entre las que destacan las siguientes:

- Establecer las normas pertinentes respecto de las exigencias de seguridad y calidad de servicio, así como las normas de obligatoriedad y racionamiento establecidas en la Ley, junto con las normas que se requieran para cumplir con la operación y administración de los Sistemas Medianos en adelante SSMM.
- Fijar las condiciones y requisitos para calificar las instalaciones presentes en los SSMM, como instalaciones de generación y transmisión.
- Establecer la metodología detallada de cálculo de costos (CID y CTLP) y de proyección de demanda.

Dicho Reglamento, como se señaló anteriormente, fue publicado en el Diario Oficial del 12 de Diciembre de 2005 y corresponde al Decreto Supremo N° 229 de 2005 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción: "Aprueba Reglamento de Valorización y Expansión de los Sistemas Medianos establecidos en la Ley General de Servicios Eléctricos".

Las exigencias de seguridad y calidad de servicio a que deberá someterse la planificación y operación de las instalaciones eléctricas de generación y transmisión, serán las que se establezcan en la norma técnica, según lo establece el artículo 2° del citado Reglamento. A su vez, el artículo 4° del Reglamento, establece que en caso de producirse o proyectarse un déficit de generación en un SSMM, a consecuencia de fallas prolongadas de centrales eléctricas o de situaciones de sequía, el Ministerio podrá dictar un decreto de racionamiento que se regirá por las disposiciones contenidas en el DS 327.

Con respecto a las instalaciones de generación y transmisión, estas quedan definidas en el artículo 6° del Reglamento como:

- Instalaciones de Generación: conjunto de instalaciones conformado por el equipamiento electromecánico de generación y obras anexas requeridas para su respectiva operación y mantenimiento, incluidos los equipos de transformación elevadores de tensión necesarios para el transporte de energía y potencia generada.
- Instalaciones de Transmisión: conjunto de líneas de transporte y subestaciones eléctricas, incluidas las subestaciones primarias de distribución.

En el cálculo de costos, el artículo 31° del Reglamento, establece que el CID deberá considerar a lo menos:

- Los costos de inversión de las instalaciones de generación, transmisión e infraestructura asociada, y el aumento en los costos de operación, falla o energía no suministrada y mantenimiento de un SSMM en que se realizan las ampliaciones de capacidad de generación y transmisión que minimizan el costo actualizado de

inversión, operación, energía no suministrada y mantenimiento, en un período de planificación no inferior a 15 años, conforme al plan de expansión a que se refiere el Reglamento.

- Los incrementos de demanda y generación de energía para el mismo período.

En el cálculo del CTLP, el artículo 34° del Reglamento, define como proyecto de reposición eficiente (artículo 176 del DFL N° 4/2006), aquel que sea suficiente para dar suministro de acuerdo a las exigencias de calidad y seguridad de servicio establecidas en la normativa vigente, mediante un parque óptimo inicial, adaptado a la demanda, diseñado en forma eficiente de acuerdo a los precios de mercado vigentes de inversión y operación, conforme a las alternativas tecnológicas existentes.

Finalmente, con respecto a la metodología de proyección de demanda, el artículo 29° del Reglamento, establece que el Consultor que realice el estudio, deberá determinar la proyección de demanda para los próximos 15 años. Para ello, éste deberá verificar la relación estadística entre el consumo eléctrico y los índices de crecimiento económico regional o nacional u otras variables relevantes, e incluir en las proyecciones de consumo las variaciones de consumo de clientes relevantes del sistema, basadas en información disponible obtenida a través de encuestas. Para la estimación de la demanda de potencia de punta, se deberá estimar un factor de carga basado en el comportamiento histórico del consumo (Artículo 30° del Reglamento).

### ***3.3 Elaboración del estudio de tarificación***

Según lo señalado en el DFL N° 4 y el Reglamento, en cada sistema mediano, cada 4 años, se elaborará un estudio técnico de costos y expansión del sistema, el cual tiene por objeto determinar:

- Los planes de expansión de las instalaciones de generación y transmisión en el sistema mediano correspondiente.
- El CID de los segmentos de generación y transmisión.
- El CTLP de los segmentos de generación y transmisión, incluido el plan de reposición eficiente.
- Las fórmulas de indexación correspondientes.
- El rango de validez de las hipótesis que sustenten la implementación de los planes de expansión.
- La proyección de demanda de energía y potencia.

Dicho estudio técnico deberá ser efectuado por una empresa consultora contratada por la empresa, la cual será seleccionada de una lista de empresas consultoras acordadas previamente con la Comisión.

Los planes de expansión deben ser determinados para un período de planificación no menor a 15 años, el cual será de carácter obligatorio para los primeros 4 años para la Empresa, en

los segmentos de generación y transmisión, mientras dichos planes se encuentren vigentes. Dicho plan se debe desarrollar de acuerdo a las características de las instalaciones existentes, de la proyección de demanda para un período de planificación no inferior a 15 años y de las mejores alternativas tecnológicas y de costos disponibles en el mercado de la generación y transmisión.

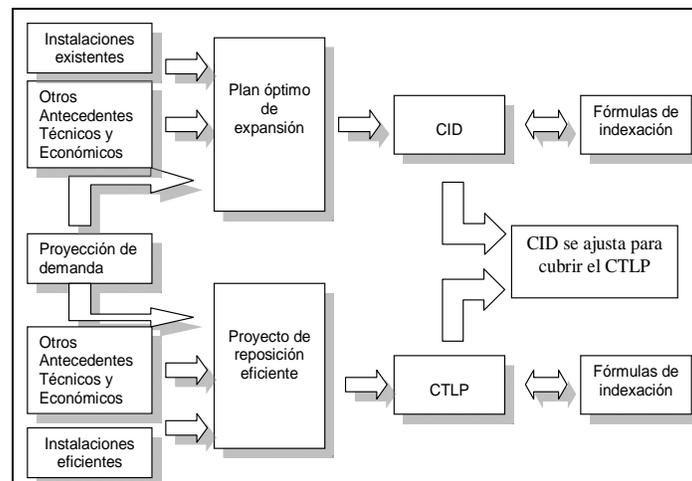
Sobre la base del Plan de Expansión Óptimo, se debe calcular el CID de acuerdo a la suma de los costos de inversión de las ampliaciones y del aumento de los costos de operación. En el cálculo del CTLP se deben eliminar en el sistema eléctrico inicial, las eventuales ineficiencias de las instalaciones existentes, debiendo reemplazarlas por instalaciones diseñadas eficientemente, adaptadas a la demanda, y que operen en forma eficiente.

Tanto para el CID y el CTLP se deben determinar los principales elementos que afectan el valor de dichos costos y determinar los polinomios de indexación correspondientes y sus ponderadores.

Con respecto al Plan de Expansión Óptimo, se debe determinar y justificar el rango de validez de las hipótesis técnicas que sustenten la conveniencia de efectuar las inversiones establecidas en la forma, dimensión y plazos recomendados.

Finalmente, como se mencionó anteriormente, se debe determinar una proyección de demanda de energía y potencia para un período de planificación no inferior a 15 años.

A continuación, en la Figura 1 se muestra un diagrama simplificado que ilustra el proceso de determinación del CID y CTLP.



**Figura 1 Elaboración del estudio de tarificación de Puerto Williams**

---

## 4 CARACTERIZACIÓN Y VALORIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE GENERACIÓN Y TRANSMISIÓN EXISTENTES.

### 4.1 *Caracterización y valorización de las instalaciones de generación y transmisión existentes*

Para comprender la situación actual del sistema mediano de Puerto Williams, tanto en lo relativo a infraestructura técnica y administrativa, así como sus costos fijos, variables y de inversión, se realizó la caracterización y valorización de los activos de la Empresa, utilizando para ello:

- Información entregada por Edelmag.
- Visita a las instalaciones de Puerto Williams.
- Cotizaciones de equipos e infraestructura.
- Datos actualizados a partir del “Estudio de Sistemas Medianos 2006”.

La Empresa ha proporcionado la información correspondiente a las características técnicas de los componentes de generación y subestación elevadora existentes en Puerto Williams, los datos históricos de demanda de energía y potencia, así como su organización y estructura de personal. A partir de tal información y en conjunto con las demás instancias de recopilación empleadas, se realiza un análisis crítico que permite evaluar la situación actual del sistema en estudio.

Se debe señalar que para la realización de este estudio el consultor obtuvo cotizaciones para equipos, que en conjunto representan aproximadamente un 85 % del valor de los activos referentes a generación, existentes en Puerto Williams. El resto de los equipos no cotizados fue obtenido de los registros contables de la empresa, los que no representan específicamente el detalle de cada bien o instalación, y del “Estudio de Sistemas Medianos 2006”, cuyos valores fueron validados en reiteradas instancias por la autoridad.

Para efectos de la valorización se ha empleado, tal como indican las bases, un dólar correspondiente al valor promedio observado en el mes de diciembre del año 2006, dado por 527,58 \$/US\$.

A continuación se detallan las actividades realizadas en esta etapa.

#### 4.1.1 Planos y topología de los sistemas

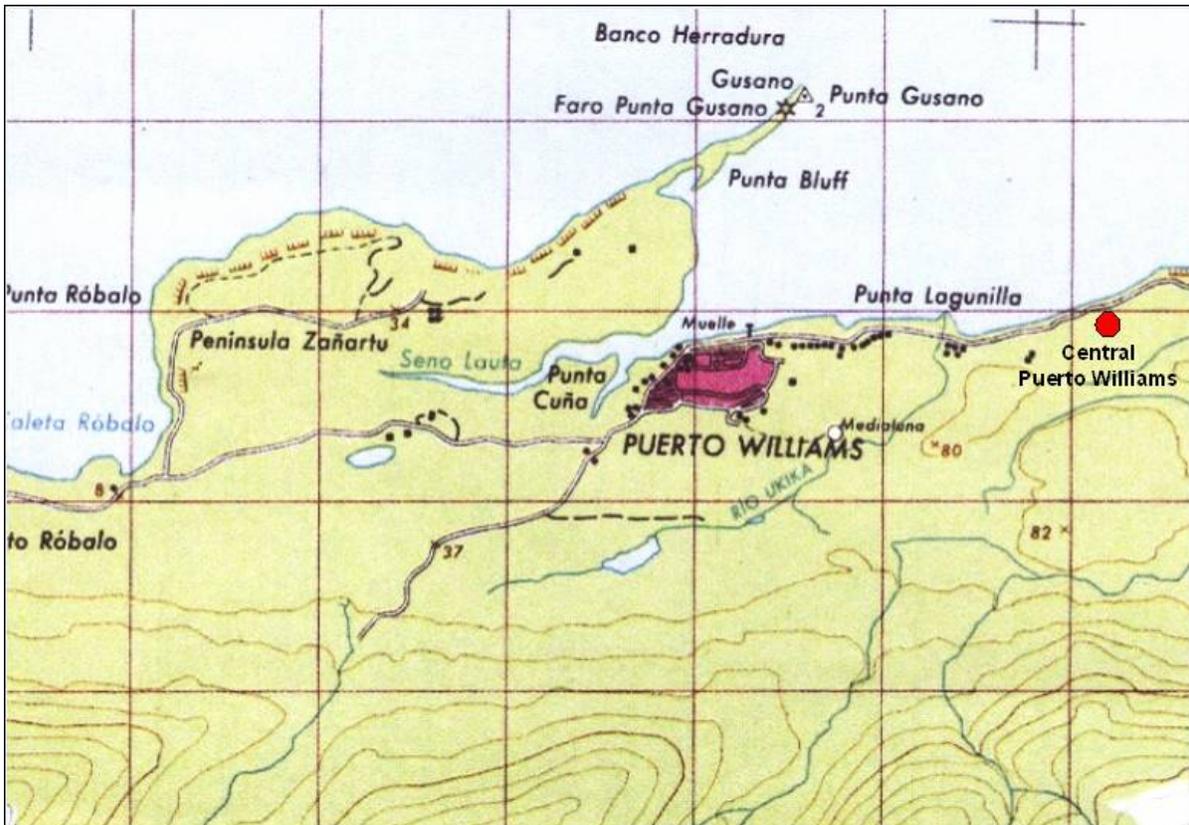
De acuerdo con las bases del estudio, este informe debe contener un plano con la ubicación geográfica de cada unidad generadora y de las líneas, transformadores y subestaciones incluidas en los sistemas de transmisión.

La ubicación de la central perteneciente al sistema mediano de Puerto Williams, en coordenadas UTM (Sistema Transversal Universal de Mercator) es:

**Tabla 2: Coordenadas UTM**

| Central         | Sistema         | Zona UTM   | Coordenada Este | Coordenada Norte |
|-----------------|-----------------|------------|-----------------|------------------|
| Puerto Williams | Puerto Williams | 19 PSAD 56 | 407.969         | 4.094.411        |

En la imagen que sigue, se muestra una reproducción de la plancheta IGM Puerto Williams, con indicación de la central generadora del Sistema Mediano<sup>1</sup>.



**Figura 2: Plancheta IGM Puerto Williams**

A continuación se presenta el diagrama unilineal del sistema en análisis.

<sup>1</sup> El Sistema Mediano Puerto Williams consta solamente de una central generadora, y no tiene instalaciones de transmisión.

4.1.1.1 Diagrama unilineal

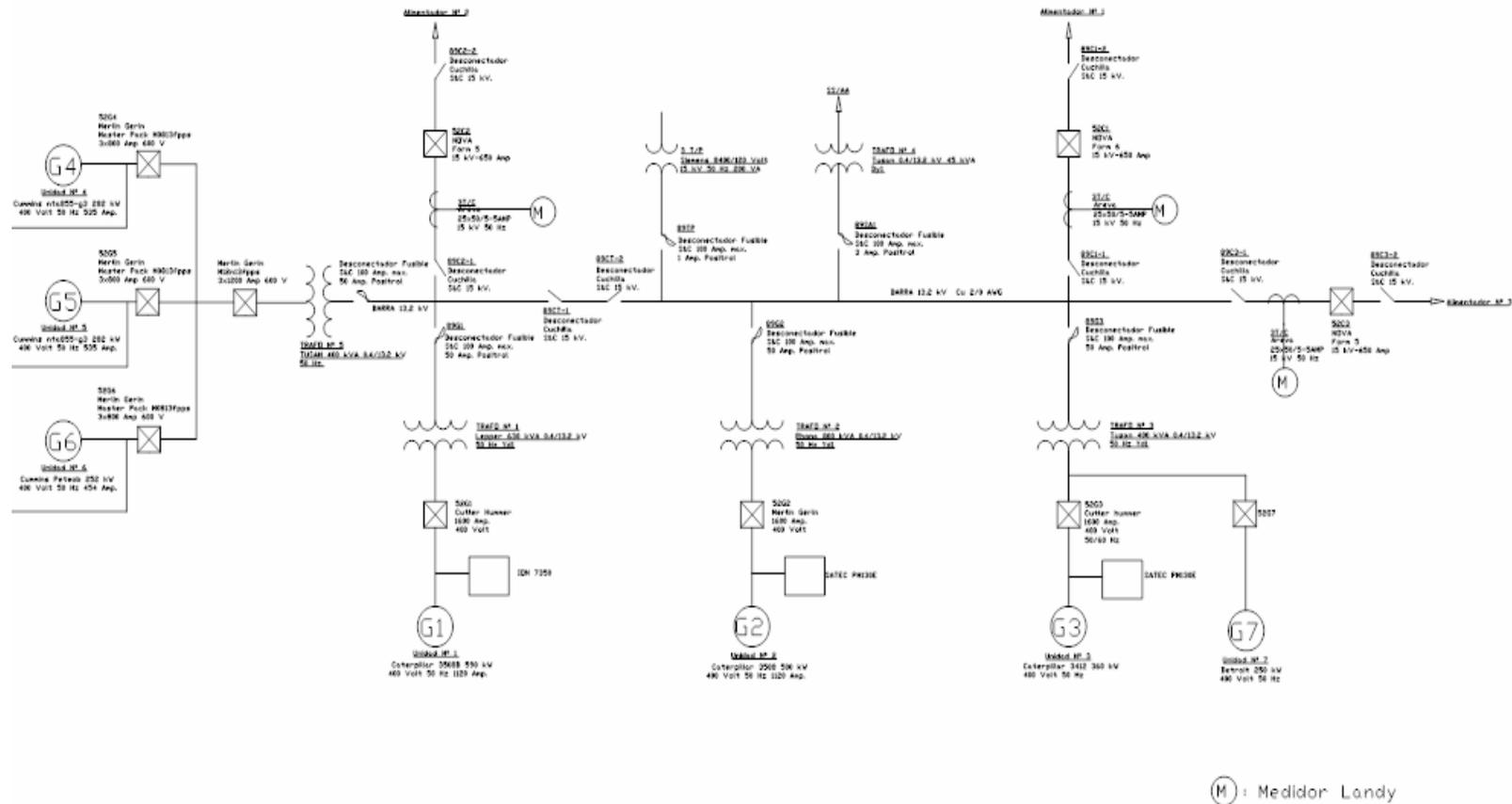


Figura 3: Unilineal sistema de generación y transmisión de Puerto Williams (Central Puerto Williams)

#### 4.1.2 Identificación y caracterización de las instalaciones existentes

Del diagrama unilineal se desprende que el sistema de generación y transmisión, al que debe hacer referencia el presente estudio, está únicamente constituido por las instalaciones y equipos asociados a las unidades generadoras y a la subestación, no existiendo ninguna línea de transmisión en la zona de estudio.

Dado que todos los generadores se conectan a la misma subestación (configuración simple barra, de 13,2 kV Cu 2/0 AWG), se está en presencia de un sistema uninodal y por tanto con una única barra de retiro, a través de la cual se realiza la inyección al sistema.

##### 4.1.2.1 Identificación y caracterización de las unidades de Generación

A partir de la información entregada por la Empresa, se ha procedido a la identificación y caracterización de cada unidad generadora. En la Tabla 3, se muestra un resumen de las características de cada generador presente en Puerto Williams. En el Anexo: Características de unidades generadoras y de subestación, se expone de forma completa la información correspondiente a las características técnicas y operacionales de las unidades aquí señaladas.

**Tabla 3: Unidades de la Central Puerto Williams**

| Marca              | Modelo | Potencia (kW) | Tipo de Combustible | Consumo Específico (Lt/kWh) | Fabricación o construcción |
|--------------------|--------|---------------|---------------------|-----------------------------|----------------------------|
| <b>Detroit</b>     | 7374   | 250           | Diesel              | 0,306                       | 2003                       |
| <b>Caterpillar</b> | 3508B  | 590           | Diesel              | 0,260                       | 2004                       |
|                    | 3508   | 730           | Diesel              | 0,294                       | 2005                       |
|                    | 3412   | 350           | Diesel              | 0,296                       | 1993                       |
| <b>Cummins</b>     | nta855 | 250           | Diesel              | 0,272                       | 1995                       |
|                    | nta855 | 250           | Diesel              | 0,278                       | 1995                       |
|                    | Petwob | 250           | Diesel              | 0,288                       | 2007                       |

Se desprende que toda la generación es térmica, utilizando el diesel como único combustible. Si bien la energía es producida a partir de la misma fuente primaria, la eficiencia asociada con cada motor es diferente, lo que condiciona el despacho económico para satisfacer a la localidad de Puerto Williams.

Tanto las máquinas CAT como las CUMMINS se encuentran fijas en la subestación, las primeras conectadas en forma independiente a la barra de transferencia y las segundas conectadas por un único interruptor a tal barra (ver Figura 3), mientras que la unidad DETROIT es una unidad móvil (montada en carro) que permanece conectado en la subestación.

##### 4.1.2.2 Identificación y caracterización de la subestación

En la subestación se disponen las instalaciones y equipos necesarios para brindar el correcto suministro eléctrico a la localidad en cuestión, siendo posible distinguir tres segmentos claramente definidos. Primero, las unidades de transformación, donde se realiza el aumento de tensión desde las unidades generadoras (400-600 V) al nivel de media tensión (13,2 kV en

Puerto Williams). Segundo, los equipos asociados a la barra, en donde se realizan las maniobras, mediciones y control, que permiten garantizar el abastecimiento. Y finalmente, las cabeceras de los alimentadores, que posibilitan la inyección de energía desde la barra de retiro hacia los clientes.

A continuación se muestran los equipos que representan el mayor valor de la subestación.

**Tabla 4: Transformadores existentes en la subestación**

| Capacidad (kVA) | Detalle equipo          | Cantidad |
|-----------------|-------------------------|----------|
| 630             | Lepper, 0.4/13.2kV, Yd1 | 1        |
| 800             | Rhona, 0.4/13.2kV, Yd1  | 1        |
| 400             | Tusan, 0.4/13.2kV, Yd1  | 2        |
| 45              | Tusan, 0.4/13.2kV, Dy1  | 1        |

**Tabla 5: Equipos de Barra**

| Tipo de Equipo             | Detalle                               | Cantidad |
|----------------------------|---------------------------------------|----------|
| Desconectador Fusible      | S&C, 100A máx.- 50A. Positrol         | 4        |
|                            | S&C, 100A máx.- 1A. Positrol          | 1        |
|                            | S&C, 100A máx.- 3A. Positrol          | 1        |
| Desconectador Cuchilla     | S&C, 15kV                             | 2        |
| Transformador de Potencial | Siemens, 8400/120V, 15kV, 50Hz, 200VA | 3        |
| Barra                      | 13.2 kV, Cu 2/0 AWG                   | 1        |

**Tabla 6: Alimentadores de la subestación**

| Módulos Alimentador | Equipo                     | Detalle                       | Cantidad |
|---------------------|----------------------------|-------------------------------|----------|
| Alimentador 1       | Desconectador Cuchilla     | S&C, 15kV                     | 2        |
|                     | Interruptor                | NOVA Form 6, 15kV, 650A       | 1        |
|                     | Transformador de Corriente | Areva, 25x50/5-5A, 15kV, 50Hz | 3        |
| Alimentador 2       | Desconectador Cuchilla     | S&C, 15kV                     | 2        |
|                     | Interruptor                | NOVA Form 5, 15kV, 650A       | 1        |
|                     | Transformador de Corriente | Areva, 25x50/5-5A, 15kV, 50Hz | 3        |
| Alimentador 2       | Desconectador Cuchilla     | S&C, 15kV                     | 2        |
|                     | Interruptor                | NOVA Form 5, 15kV, 650A       | 1        |
|                     | Transformador de Corriente | Areva, 25x50/5-5A, 15kV, 50Hz | 3        |

### 4.1.3 Estudio de Precios unitarios

Las bases técnicas del estudio establecen el año 2006 como año base para la valoración de la empresa existente, y el 31 de diciembre del mismo año como fecha base para los precios informados. En particular se establece el valor del tipo de cambio en 527,58 \$/US\$.

La determinación de los precios de insumos, bienes y servicios que expliquen los costos fijos de la Empresa, los precios de infraestructura, tales como vehículos, sistemas de comunicación y seguridad, fueron obtenidos a partir de la información proporcionada por el Estudio de Precios Unitarios Año 2006 llevado a cabo por la empresa Ernst & Young con ocasión del Estudio de Planificación y Tarificación Sistemas Medianos Edelmag S. A - 2006.

Por otro lado, los equipos de la subestación fueron estimados a partir de cotizaciones realizadas a diciembre del año 2007, y en caso de no existir tal información, se usó los valores informados por la propia compañía.

Para representar de manera fiel los costos reales en que debe incurrir la Empresa, se ha utilizado un conjunto de recargos a los precios unitarios determinados, los cuales reflejan los distintos gastos involucrados en la compra, montaje y puesta en marcha de las instalaciones. En el punto 3.3.1 se presentan dichos recargos, los que corresponden a la metodología presentada por Ernst & Young en el estudio ya citado.

Se debe reiterar que todos los precios utilizados fueron referidos al 31 de diciembre del 2006, modificando los valores por CPI o IPC, según se trate de bienes importados o locales, respectivamente.

Entre los bienes considerados destacan especialmente, por su importancia económica, los equipos de subestaciones, en particular transformadores e interruptores; y en cuanto a infraestructura, los vehículos utilizados. También se han considerado materiales de oficina, mobiliario, equipamiento de seguridad y servicios de comunicaciones, entre otros, estos gastos representan solo una pequeña fracción de los costos de Puerto Williams, pero que igualmente son considerados en el presente estudio.

#### 4.1.3.1 Recargos utilizados en precios unitarios

En este apartado se describen los recargos utilizados en el estudio de precios unitarios, determinados por la empresa Ernst & Young para el Estudio de Planificación y Tarificación Sistemas Medianos Edelmag S.A. - 2006.

#### Internación (Int)

El recargo por internación corresponde al impuesto de importación aplicable a los equipos fabricados en el extranjero, particularmente unidades de generación y equipos de subestaciones, aunque en ocasiones no se aplica a los transformadores, los cuales, debido a que no son de potencias muy elevadas, comúnmente pueden fabricarse en el país. Se calcula como un 6% del precio unitario.

---

### Flete (F) Valparaíso – Punta Arenas

El recargo por flete comprende los costos asociados al transporte marítimo hasta un puerto en la zona de utilización y el transporte terrestre hasta su ubicación final. Se valoriza a \$20.076 el metro cúbico.

### Descarga (D)

Este recargo comprende los costos asociados al desembarque y bodegaje en puerto de los equipos internados mediante flete marítimo, asociado a los mismos equipos a los que se aplica recargo por internación. Se valoriza a \$2.411 por metro cúbico, para lo cual Ernst & Young realizó una estimación del volumen de cada ítem.

### Flete Punta Arenas – Puerto Williams

El flete de los equipos generadores entre Punta Arenas y Puerto Williams se calculó de acuerdo con la regla que se explica más adelante en la sección 4.1.4.1. El flete del resto de los materiales se valorizó a 840 US\$/ton.

### Obras Civiles (OC)

Corresponde a un valor representativo de las obras civiles asociadas cuando los equipos las requieran. Se expresa en porcentaje del valor neto. Este recargo se ha obtenido de estudios previamente realizados por Ernst & Young. Es aplicable sólo a los equipos susceptibles de requerir dicho servicio. El valor obtenido es de 3% del costo neto.

### Montaje Mecánico (MM)

Corresponde a un valor representativo de la instalación de equipos que lo requieran. Se expresa como valor por hora-hombre de montaje. Este recargo se ha obtenido de estudios realizados por Ernst & Young. Es aplicable sólo a los equipos susceptibles de ser montados. El valor obtenido es de \$2.173/hh.

Las horas hombre definidas para los cálculos son aproximadas y corresponden a estandarizaciones usuales utilizadas por Ernst & Young.

### Servicios de Ingeniería (Ing)

Corresponde a un valor representativo de los costos de Ingeniería, estudios, planos, etc. Para la instalación y puesta en marcha de equipos que lo requieran. Se expresa en porcentaje del valor neto. Este recargo se ha obtenido de estudios realizados previamente por Ernst & Young. Es aplicable sólo a los equipos susceptibles de requerir dicho servicio. El valor obtenido es de 9,2% del costo neto.

### Conexión eléctrica (CE)

Corresponde a un valor representativo de la mano de obra especializada por conceptos de montaje eléctrico. Este recargo se ha obtenido de estudios realizados previamente por Ernst

& Young. Es aplicable sólo a los equipos susceptibles de requerir instalación eléctrica, excluyéndose computadores y equipos de oficina. El valor obtenido es de \$3.088/hh.

Las horas hombre definidas para los cálculos son aproximadas y corresponden a estandarizaciones usuales utilizadas por Ernst & Young.

#### Pruebas (P)

Corresponde a un valor representativo de la mano de obra especializada en pruebas de equipos eléctricos de potencia. Este recargo se ha obtenido de estudios realizados previamente por Ernst & Young. Es aplicable sólo a los equipos susceptibles de requerir instalación eléctrica, excluyéndose computadores y equipos de oficina. El valor obtenido es de \$3.088/hh.

Las horas hombre definidas para los cálculos son aproximadas y corresponden a estandarizaciones usuales utilizadas por Ernst & Young.

#### Gastos Generales (G)

Corresponde a un valor representativo de todos los costos no representados, pero que inciden en el costo final. Por ejemplo, se pueden citar costos de mantención, seguros, administración, embalaje, etc. Se expresa en porcentaje del valor neto. Este recargo se ha obtenido de estudios realizados previamente por Ernst & Young. El valor obtenido es de 4,2% del costo neto.

#### Costos de Bodegaje (B)

Corresponde a un valor representativo de todas las instancias de bodegaje en que se incurren durante el proceso de transporte e instalación de los ítems. Se expresa en porcentaje del valor neto. Este recargo se ha obtenido de estudios realizados previamente por Ernst & Young. El valor obtenido es de 10,6% del costo neto.

#### Intereses Intercalarios (Ii)

El recargo por intereses intercalarios considera el costo financiero incurrido en el período de construcción de las obras, provocado por destinar fondos al desarrollo de los proyectos y la pérdida de intereses por este concepto. Se calcula como un 8,45% del precio unitario más todos los otros recargos.

#### 4.1.3.2 Precio final

Con los recargos anteriores, el precio final se determina como

$$PrecioFinal_i = (PrecioUnitario_i \times (1 + Int + OC + MM + Ing + CE + P + G + B) + Volumen_i \times (D + F)) \cdot (1 + Ii)$$

Como resultado, este estudio entrega un conjunto de precios que resultan representativos del mercado para cada ítem especificado, lo cual permite valorizar de forma correcta un conjunto de bienes de la Empresa.

#### 4.1.4 Valorización de las instalaciones de generación y subestación

La valorización de las unidades de generación y los equipos correspondientes a las subestaciones se ha realizado tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para las unidades de generación se consideraron equipos iguales o similares a los existentes en Puerto Williams. La metodología empleada para valorizar las unidades de generación se expone en la sección 4.1.4.1.
- Para los equipos de la subestación, tales como interruptores, desconectadores, transformadores, su valorización se realiza con el valor comercial del mismo equipo si es que existe aún en el mercado, y en caso contrario, contrastando con un equipo de similares características operacionales. Asignando los recargos correspondientes de acuerdo a la metodología señalada en 4.1.3.1

La determinación de los costos antes señalados, se basó en dos fuentes de información, la primera a través de cotizaciones directas de los equipos, y la segunda mediante información contable de la empresa, calculando en aquellos casos donde no existe información exacta, un valor adecuado en función de la experiencia del consultor.

##### 4.1.4.1 Valorización de Unidades de Generación.

Tomando en cuenta las unidades existentes en el sistema de Puerto Williams, donde la mayor parte de la capacidad instalada corresponde a máquinas CATERPILLAR, se optó por utilizar cotizaciones de generadores CATERPILLAR de distintos tamaños, de manera de cubrir el rango de las actuales unidades y de posibles ampliaciones de la generación. Finalmente las unidades, de las cuales se posee cotización, son las siguientes:

Tabla 7: Unidades con cotización<sup>2</sup>

| Marca       | Potencia (kW) | Modelo | Valor (US\$) |
|-------------|---------------|--------|--------------|
| Detroit     | 280           | 7374   | 51.067       |
| Caterpillar | 364           | C15    | 116.658      |
|             | 400           | C18    | 119.200      |
|             | 648           | 3412   | 177.255      |
|             | 544           | 3412   | 167.815      |
|             | 590           | 3508B  | 283.938      |
|             | 800           | C32    | 227.690      |

Es necesario señalar que la cotización de la unidad Detroit esta valorizada al 27 de noviembre del 2007 puesta en Santiago y no incluye su traslado a Puerto Williams, en

<sup>2</sup> Para más detalle ver Anexo: Cotizaciones generadores

Las cotizaciones señaladas incluyen el interruptor principal, los equipos de control y protección.

cambio las unidades Caterpillar incluyen además del valor de la máquina, a octubre del 2007, el traslado desde Santiago a Punta Arenas.

Dado que los valores obtenidos están dados para unidades ya sea puestas en Santiago o en Punta Arenas, no se hace necesario considerar los gastos aduaneros, tales como seguro, flete internacional, y gastos de internación. Sin embargo, junto con ajustar los valores a moneda equivalente al 31 de diciembre del 2006, se deben incluir una serie de recargos, que reflejen de la mejor manera la estructura de costos de la Empresa. En dicha línea se considera:

- Flete Punta Arenas – Puerto Williams (F): Incluye el traslado en barco desde Punta Arenas a Puerto Williams, la grúa de carga y descarga, y el arriendo de un camión para su traslado terrestre. Se consideró como costo fijo, independiente del tipo de generador transportado, el arriendo del camión y la utilización de la grúa, con valores de 379 US\$ y 1164 US\$, respectivamente, en tanto el traslado se estimó proporcional al peso del generador transportado, con un valor de 0,54 US\$/Kg, utilizando como referencia el transporte de la unidad 3508 B adquirida por Edelmag y llevada al sistema de Puerto Williams.
- Costo de Instalación más Montaje (M): Constituyen los costos en mano de obra y materiales, referidos a las faenas de instalación y montaje, tanto eléctrico como mecánico. Este porcentaje de acuerdo a los proveedores corresponde a un 20 % del costo unitario.
- Gastos Diversos (G): Corresponde a gastos extras relacionados con las faenas de construcción y montaje, producto de eventualidades que pudiesen acontecer en dichas actividades. Tales eventualidades son altamente probables en una zona extremadamente austral como Puerto Williams, en que por condiciones climáticas y de aislamiento muchas veces no se puede seguir el cronograma de actividades trazado en un comienzo. De acuerdo a la información presentada por Edelmag, tal costo representa un 22 % del costo de instalación y montaje.
- Intereses Intercalarios (I): Este ítem fue explicado en 3.3.1, sin embargo, el valor utilizado para las unidades generadoras corresponde a 8,45 %, el cual fue calculado a partir de los flujos de caja reales asociados a la construcción de la Central Puerto Williams (Anexo: Estimación intereses intercalarios).

Producto del tamaño de las unidades generadoras no se requiere un Estudio de Impacto Ambiental sino únicamente una Declaración de Impacto Ambiental, cuyo valor fluctúa entre 600 - 700 UF. Considerando también, que la central Puerto Williams fue construida como un todo, y la suma de la capacidad de todas sus unidades generadoras no sobrepasa los 3 MW, sólo se considera un estudio de DIA, las que, para efectos de la valorización se divide entre todas las unidades existentes, lo que arroja un valor de 3.479 US\$ por unidad.

De esta forma, los recargos se aplican a la unidad generadora de la siguiente forma:

$$CostoTotalFinal = [Costo Cotización + F + M + G] \cdot (1 + Ii)$$

El resumen de los recargos aplicados se muestra a continuación<sup>3</sup>:

**Tabla 8: Aplicación de recargos sobre unidades cotizadas**

| Marca       | Potencia | Modelo    | Costo Cotización | Flete P.Arenas - P.W | Cargo Ambiental | Costo construcción más montaje | Gastos Diversos | Inte. Intercalarios | Total   |
|-------------|----------|-----------|------------------|----------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|---------------------|---------|
|             | kW       |           | (US\$)           | (US\$)               | (US\$)          | (US\$)                         | (US\$)          | (US\$)              | (US\$)  |
| Caterpillar | 364      | C15 ATAAC | 116.658          | 2.557                | 3.479           | 22.992                         | 5.824           | 12.803              | 164.312 |
| Caterpillar | 400      | C18 ATAAC | 119.200          | 2.557                | 3.479           | 23.500                         | 5.935           | 13.070              | 167.741 |
| Caterpillar | 648      | 3412      | 177.255          | 3.183                | 3.479           | 35.111                         | 8.490           | 19.225              | 246.743 |
| Caterpillar | 544      | 3412      | 167.815          | 3.183                | 3.479           | 33.223                         | 8.074           | 18.233              | 234.008 |
| Caterpillar | 590      | 3508B     | 283.938          | 4.538                | 3.479           | 56.392                         | 13.172          | 30.548              | 392.066 |
| Caterpillar | 800      | C32 ATAAC | 227.690          | 3.021                | 3.479           | 45.142                         | 10.697          | 24.507              | 314.536 |
| Detroit     | 280      | 7374      | 72.375           | 3.833                | 3.479           | 10.000                         | 2.965           | 7.829               | 100.481 |

Habiendo adoptado los criterios expuestos, el valor final de los equipos cotizados, instalados en Puerto Williams, corresponde al que se observa en la Tabla 9:

**Tabla 9: Valor Instalado de Unidades Generadoras Cotizadas<sup>4</sup>**

| Marca       | Modelo | Potencia (kW) | Velocidad (RPM) | Valor Instalado (US\$) | Costo Unitario (US\$/kW) |
|-------------|--------|---------------|-----------------|------------------------|--------------------------|
| Detroit     | 7374   | 280           | 1500            | 100.481                | 359                      |
| Caterpillar | C15    | 364           | 1500            | 164.312                | 451                      |
|             | C18    | 400           | 1500            | 167.741                | 419                      |
|             | 3412   | 648           | 1500            | 246.743                | 381                      |
|             | 3412   | 544           | 1500            | 234.008                | 430                      |
|             | 3508B  | 590           | 1000            | 392.066                | 665                      |
|             | C32    | 800           | 1500            | 314.536                | 393                      |

La metodología de valorización de unidades de generación comprende los siguientes pasos:

- a) Para las unidades cotizadas y que coinciden con unidades existentes de Edelmag, se ha utilizado el valor instalado determinado para dichas unidades.
- b) Para las unidades cuyas potencias no coinciden con las unidades existentes, se procedió a determinar una relación lineal entre el costo total de las unidades versus la potencia de ellas. Esta determinación se ha realizado mediante estimaciones a través de una regresión lineal. En el Anexo: Valorización de la unidades de generación, se presenta el desarrollo correspondiente a la determinación de las relaciones entre costo por unidad de potencia instalada versus potencia, cabe señalar que en la regresión sólo se utilizaron motores con las misma velocidad de giro (RPM), de forma tal de no introducir las distorsiones, que provocan comparar unidades de distintas características (las unidades de menor velocidad, presentan un mayor momento de inercia, por tanto son más masivas; lo que se traduce en mayores costos de diseño y construcción).

En la Tabla 10 se observan los resultados de este procedimiento, donde se muestra el valor de inversión y el costo de cada unidad de potencia instalada determinados por Systep según la metodología expuesta.

<sup>3</sup> Los costos cotizados representan valores de los equipos puestos en Punta Arenas (octubre 2007).

<sup>4</sup> La unidad Detroit incluye el costo del carro asociado, valorizado en 19.608 US\$.

**Tabla 10: Valorización de unidades generadoras de Edelmag**

| Marca       | Modelo | Potencia (kW) | Velocidad (RPM) | Valor Instalado (US\$) | Costo Unitario (US\$/kW) |
|-------------|--------|---------------|-----------------|------------------------|--------------------------|
| Detroit     | 7374   | 250           | 1500            | 100.481                | 402                      |
| Caterpillar | 3508B  | 590           | 1000            | 392.066                | 665                      |
|             | 3508   | 730           | 1500            | 286.807                | 393                      |
|             | 3412   | 350           | 1500            | 156.441                | 447                      |
| Cummins     | nta855 | 250           | 1500            | 122.134                | 489                      |
|             | nta855 | 250           | 1500            | 122.134                | 489                      |
|             | Petwob | 250           | 1500            | 122.134                | 489                      |

Cabe destacar la presencia de dos tecnologías de motores diesel, diferenciadas por la robustez de las máquinas, a saber, motores de 1.500 [rpm] y 1.000 [rpm]. Los motores de 1.000 [rpm] tienen la característica de poseer mayor inercia y capacidad para absorber variaciones bruscas de carga, característica esencial en sistemas con presencia exclusiva de motores. Considerando lo anterior, el motor de 1.000 [rpm] es utilizado para la generación en base; dejando los motores de 1.500 [rpm] sólo para la generación en horas punta.

A fin de valorizar el actual sistema de Puerto Williams, se definieron una serie de módulos constructivos, que contienen las partidas de costos más importantes tanto de la generación como de la subestación asociada. En el caso de la unidad generadora, se definió como unidad constructiva la agrupación generador-interruptor-equipos de medida, obteniéndose la comparación presentada en la Tabla 11, en la cual los valores calculados por el consultor provienen, para los generadores de la metodología de valorización de unidades de generación y en el caso de los equipos del análisis de precios unitarios.

**Tabla 11: Módulos de generación (\$ 31/12/06)**

| Módulos de Generación            | Equipos                 | Detalle  | Valor de inversión Consultor (\$) | Costo unitario Consultor (US\$/kW) |
|----------------------------------|-------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|
| <b>Unidad 3508 B</b>             | Generador Motor Diesel  | Caterpillar 3508B, 590kW, 400V, 50Hz, 1120A      | 190.266.669                       | <b>611</b>                         |
|                                  | Interruptor             | Cutler Hummer, 1600A, 400V                       |                                   |                                    |
|                                  | Instrumento Multimedita | IDN7350  | 1.658.784                         |                                    |
|                                  | Cable                   | Cable 1x350 MCM, Superflex, 1 kV                 | 3.956.963                         |                                    |
| <b>Unidad 3508</b>               | Generador Motor Diesel  | Caterpillar 3508, 500kW, 400V, 50Hz, 1120A       | 139.185.279                       | <b>361</b>                         |
|                                  | Interruptor             | Merlin Gerin, 1600A, 400V                        |                                   |                                    |
|                                  | Instrumento Multimedita | SATEC PM130E                                     | 466.639                           |                                    |
|                                  | Cable                   | Cable 1x350 MCM, Superflex, 1 kV                 | 3.956.963                         |                                    |
| <b>Unidad 3412</b>               | Generador Motor Diesel  | Caterpillar 3412, 360kW, 400V, 50Hz              | 75.919.371                        | <b>400</b>                         |
|                                  | Interruptor             | Cutler Hummer, 1600A, 400V, 50/60Hz              |                                   |                                    |
|                                  | Instrumento Multimedita | SATEC PM130E                                     | 466.639                           |                                    |
|                                  | Cable                   | Cable 1x350 MCM, Superflex, 1 kV                 | 3.956.963                         |                                    |
| <b>Unidad Cummins 1 (nta855)</b> | Generador Motor Diesel  | Cummins nta855-g3, 282kW, 400V, 50Hz, 535A       | 59.270.448                        | <b>401</b>                         |
|                                  | Interruptor Trifásico   | Merlin Gerin Master Pack M0813fpps, 3x800A, 600V |                                   |                                    |
|                                  | Interruptor Trifásico   | Merlin Gerin, M12n13fpps, 3x1200A, 600V          |                                   |                                    |
|                                  | Instrumento Multimedita | SATEC PM130E                                     | 466.639                           |                                    |
| <b>Unidad Cummins 2 (nta855)</b> | Generador Motor Diesel  | Cummins nta855-g3, 282kW, 400V, 50Hz, 535A       | 59.270.448                        | <b>401</b>                         |
|                                  | Interruptor Trifásico   | Merlin Gerin Master Pack M0813fpps, 3x800A, 600V |                                   |                                    |
|                                  | Instrumento Multimedita | SATEC PM130E                                     | 466.639                           |                                    |
| <b>Unidad Cummins 3 (Petwob)</b> | Generador Motor Diesel  | Cummins Petwob, 252kW, 400V, 50Hz, 454A          | 59.270.448                        | <b>446</b>                         |
|                                  | Interruptor Trifásico   | Merlin Gerin Master Pack M0813fpps, 3x800A, 600V |                                   |                                    |
|                                  | Instrumento Multimedita | SATEC PM130E                                     | 466.639                           |                                    |
| <b>Unidad Detroit</b>            | Generador Motor Diesel  | Detroit, 250kW, 400V, 50Hz                       | 48.762.775                        | <b>370</b>                         |
|                                  | Interruptor             | Cutler Hummer, 1600A, 400V, 50/60Hz              |                                   |                                    |

**4.1.4.2 Valorización de instalaciones presentes en la subestación**

En línea con lo señalado anteriormente, los equipos e instalaciones de la subestación son valorizados de acuerdo al análisis de precios unitarios, basados en cotizaciones e información de la compañía, utilizando los siguientes módulos constructivos, que se detallan en las tablas siguientes:

**Tabla 12: Unidades de Transformación**

| Capacidad (kVA) | Detalle equipo          | Cantidad | Costo Unitario Consultor (\$) | Costo Total Consultor (\$) |
|-----------------|-------------------------|----------|-------------------------------|----------------------------|
| 630             | Lepper, 0.4/13.2kV, Yd1 | 1        | 11.806.811                    | 11.806.811                 |
| 800             | Rhona, 0.4/13.2kV, Yd1  | 1        | 13.768.261                    | 13.768.261                 |
| 400             | Tusan, 0.4/13.2kV, Yd1  | 2        | 8.360.774                     | 16.721.549                 |
| 45              | Tusan, 0.4/13.2 kV, Dy1 | 1        | 2.660.977                     | 2.660.977                  |

**Tabla 13: Módulos de Alimentadores**

| Módulos Alimentador | Equipo                     | Detalle                       | Cantidad | Costo Unitario Consultor (\$) | Costo Total Consultor (\$) |
|---------------------|----------------------------|-------------------------------|----------|-------------------------------|----------------------------|
| Alimentador 1       | Desconectador Cuchilla     | S&C, 15kV                     | 2        | 184.377                       | 368.755                    |
|                     | Interruptor                | NOVA Form 6, 15kV, 650A       | 1        | 9.999.155                     | 9.999.155                  |
|                     | Transformador de Corriente | Areva, 25x50/5-5A, 15kV, 50Hz | 3        | 1.116.567                     | 3.349.702                  |
| Alimentador 2       | Desconectador Cuchilla     | S&C, 15kV                     | 2        | 184.377                       | 368.755                    |
|                     | Interruptor                | NOVA Form 5, 15kV, 650A       | 1        | 9.999.155                     | 9.999.155                  |
|                     | Transformador de Corriente | Areva, 25x50/5-5A, 15kV, 50Hz | 3        | 1.116.567                     | 3.349.702                  |
| Alimentador 2       | Desconectador Cuchilla     | S&C, 15kV                     | 2        | 184.377                       | 368.755                    |
|                     | Interruptor                | NOVA Form 5, 15kV, 650A       | 1        | 9.999.155                     | 9.999.155                  |
|                     | Transformador de Corriente | Areva, 25x50/5-5A, 15kV, 50Hz | 3        | 1.116.567                     | 3.349.702                  |

**Tabla 14: Equipos Barra de Transferencia**

| Tipo de Equipo             | Detalle                               | Cantidad | Costo Unitario Consultor (\$) | Costo Total Consultor (\$) |
|----------------------------|---------------------------------------|----------|-------------------------------|----------------------------|
| Desconectador Fusible      | S&C, 100A máx.- 50A. Positrol         | 4        | 184.377                       | 737.510                    |
|                            | S&C, 100A máx.- 1A. Positrol          | 1        | 184.377                       | 184.377                    |
|                            | S&C, 100A máx.- 3A. Positrol          | 1        | 184.377                       | 184.377                    |
| Desconectador Cuchilla     | S&C, 15kV                             | 2        | 184.377                       | 368.755                    |
| Transformador de Potencial | Siemens, 8400/120V, 15kV, 50Hz, 200VA | 3        | 1.628.198                     | 4.884.594                  |
| Barra                      | 13.2 kV, Cu 2/0 AWG                   | 1        | 325.037                       | 325.037                    |
| Construcción Subestación   |                                       | 1        | 32.832.607                    | 32.832.607                 |
| Iluminación                |                                       | 1        | 7.051.006                     | 7.051.006                  |

**Tabla 15: Resumen valorización Generación más subestación**

| Módulo            | Valor de inversión Consultor (\$) |
|-------------------|-----------------------------------|
| Generación        | 647.808.305                       |
| Transformación    | 44.957.598                        |
| Alimentadores     | 41.152.836                        |
| Barra Subestación | 46.568.264                        |
| <b>Total</b>      | <b>780.487.003</b>                |

## 4.2 *Determinación de los costos variables de operación y falla*

Se presenta el análisis de los costos variables de operación de las unidades generadoras de Edelmag en el sistema mediano de Puerto Williams. El objetivo es, basado en la información proporcionada por la Empresa, determinar los costos variables de operación de las unidades y el costo variable anual de operación para el año base (2006). Además, se contrarrestarán los resultados con simulaciones del despacho realizadas por el Consultor.

### 4.2.1 Precios de combustibles

La Empresa ha informado los costos unitarios de combustibles para el año 2006. La Tabla 16 presenta dichos costos en las centrales de Puerto Williams.

**Tabla 16: Precio de combustibles durante el año 2006**

| Puerto Williams |                |
|-----------------|----------------|
| Mes             | Diesel (\$/Lt) |
| Enero           | 364,000        |
| Febrero         | 349,258        |
| Marzo           | 372,304        |
| Abril           | 382,958        |
| Mayo            | 396,740        |
| Junio           | 412,125        |
| Julio           | 418,421        |
| Agosto          | 427,007        |
| Septiembre      | 382,847        |
| Octubre         | 371,593        |
| Noviembre       | 371,693        |
| Diciembre       | 372,747        |

### 4.2.2 Consumo específico de las unidades generadoras

El consumo específico de las unidades generadoras ha sido determinado en base a los datos de operación de la Empresa durante el año 2006<sup>5</sup>; el resultado obtenido se presenta en la Tabla 17. Es importante recalcar que los consumos específicos determinados son equivalentes y reflejan condiciones de operación específicas, en particular las presentadas durante la operación del año 2006, las que no necesariamente se repetirán en el futuro.

---

<sup>5</sup> El detalle de la determinación del consumo específico se presenta en el Anexo: Valorización de la operación

**Tabla 17: Consumo específico de las unidades de Puerto Williams**

|            | Capacidad (kW) | Consumo específico (lt/kWh) |
|------------|----------------|-----------------------------|
| CAT. 3508  | 730            | 0,294                       |
| CAT. 3412  | 350            | 0,296                       |
| CAT. 3508B | 590            | 0,260                       |
| CUMMINS 1  | 250            | 0,272                       |
| CUMMINS 2  | 250            | 0,278                       |
| PETWOB     | 250            | 0,288                       |
| DETROIT    | 250            | 0,306                       |

#### 4.2.3 Costo variable no combustible (CVNC) de las unidades generadoras

En la siguiente tabla se expone el costo variable no combustible de las unidades de Puerto Williams. En el Anexo: Valorización de la operación se expone la metodología utilizada para su determinación.

**Tabla 18: Costo variable no combustible de las unidades de Puerto Williams**

| Unidad   | Capacidad (kW) | CVNC US\$/MWh |           |        |
|----------|----------------|---------------|-----------|--------|
|          |                | Base          | Semi Base | Punta  |
| CAT3508  | 730            | 22,01         | 30,82     | 77,04  |
| CAT3412  | 350            | 27,68         | 38,75     | 96,86  |
| CAT3508B | 590            | 29,48         | 41,27     | 103,17 |
| CUMMINS1 | 250            | 30,34         | 42,47     | 106,17 |
| CUMMINS2 | 250            | 30,34         | 42,47     | 106,17 |
| PETWOB   | 250            | 30,34         | 42,47     | 106,17 |

Donde la operación en base hace referencia a una operación continua cercana a las 8000 horas (factor de planta cercano a 0,7), la operación en semi – base señala un funcionamiento de 5000 horas (factor de planta cercano a 0,5), y finalmente la operación en punta indica una operación de 2000 horas (factor de planta cercano a 0,2).

Por tanto y considerando la operación del año 2006, Tabla 19, para la determinación del factor de planta de cada unidad, se tiene que la unidad CAT 3508 B opera en semi-base, y el resto opera en punta.

**Tabla 19: Factor de Planta – Operación 2006**

|            | TOTAL kWh | Capacidad KVA | Factor de Planta |
|------------|-----------|---------------|------------------|
| CAT. 3508  | 179.867   | 730           | 3%               |
| CAT. 3412  | 486.992   | 350           | 16%              |
| CAT. 3508B | 2.390.926 | 590           | 47%              |
| CUMMINS 1  | 103       | 250           | 0%               |
| CUMMINS 2  | 93.930    | 250           | 4%               |
| PETWOB     | 88.923    | 250           | 4%               |
| DETROIT    | 251.640   | 250           | 12%              |

#### 4.2.4 Valorización de la operación de las unidades generadoras

Basado en la información de operación proporcionada por la Empresa, el Consultor procedió a valorizar la operación de las unidades de Edelmag. En la Tabla 20, se presenta el costo variable de generación de las unidades de Puerto Williams durante el año 2006. Se compara la operación real efectuada por Edelmag con la simulación del despacho óptimo de las unidades<sup>6</sup>.

**Tabla 20: Valorización de la operación del año 2006 en Puerto Williams**

|                                    | Valorización Operación Edelmag | Valorización Despacho Óptimo |
|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Costo Variable No Combustible (\$) | 43.571.624                     | 40.465.902                   |
| Costo Variable Combustible (\$)    | 367.573.819                    | 355.396.332                  |
| Costo Total (\$)                   | 411.145.443                    | 395.862.233                  |

Producto de la simulación del despacho de las centrales, se obtuvo una diferencia de 3,9% en los costos variables de operación de las centrales de Puerto Williams.

#### 4.2.5 Costo de falla

Las bases, en el punto 3 literal t), establecen que el Consultor deberá utilizar un costo de falla de larga duración o de racionamiento igual a 327 US\$/MWh, y un costo de falla de corta duración o intempestivo de 2.000 US\$/MWh.

---

<sup>6</sup> Para simular el despacho de las unidades, se desarrolló un modelo de despacho de manera de minimizar los costos de operación durante el año base.

Para la determinación de la tasa de indisponibilidad de las unidades se consideró las horas fuera de servicio y mantenimiento informadas de la máquina CAT3412, además de las máquinas CAT del sistema de Porvenir (utilizada en el estudio de Sistemas Medianos realizado en el año 2006), de manera de reflejar indisponibilidad bajo una adecuada política de mantenimiento. Además, para incorporar restricciones de seguridad en la operación, se limitó la potencia máxima de las unidades a un 90% (asumiendo, para cada unidad, una reserva en giro equivalente al 10% de su potencia nominal).

La curva de duración utilizada para las simulaciones se discretizó en 5 bloques, los que se exponen en detalle en el Anexo: Valorización de la operación

La información de la operación de las distintas unidades informada por la Empresa y el resultado del despacho simulado se presenta en el Anexo: Valorización de la operación

### **4.3 Valorización de la infraestructura y los terrenos**

En este capítulo se presenta la valorización de los terrenos y las edificaciones de propiedad de la empresa, destinadas a la actividad de generación, existentes al 31 de diciembre de 2006 en el Sistema Mediano de Puerto Williams.

#### **4.3.1 Metodología de análisis**

Para llevar a cabo esta tarea se contó con la identificación de las instalaciones proporcionada por Edelmag, la que fue validada por el consultor a través de una visita a terreno, y con información de costos proporcionada por la empresa, validada por el consultor en base a las cifras actualizadas de los estudios especiales de costos llevados a cabo con ocasión del estudio de sistemas medianos de Edelmag en 2006.

En particular, y en atención a las condiciones extremas de la localidad en estudio, se consideró en especial los costos reales incurridos por la empresa en la compra de algunos bienes, principalmente terrenos y edificaciones, así como en el transporte marítimo, en la compra de áridos, en los precios pagados a proveedores locales de transporte, alojamiento y otros de origen local.

En síntesis, el procedimiento utilizado por Systep se ha desarrollado según la metodología establecida para estos efectos y cuyos principales tópicos son los siguientes:

- Visita al inmueble.
- Recopilación de documentación y antecedentes disponibles.
- Revisión de la documentación proporcionada.
- Revisión del estado actual del inmueble y sus instalaciones.
- Determinación del costo de adquisición propio de cada edificación.
- Estimación de la vida útil remanente del inmueble o de sus componentes principales.
- Revisión de las superficies mediante la documentación disponible, a través de verificaciones parciales.

#### **4.3.2 Caracterización y Valoración de Terrenos**

Este ítem comprende los terrenos sobre los cuales se han edificado las oficinas, sala de generadores, talleres, bodegas, accesos, caminos y espacios libres.

Dadas las características particulares de Puerto Williams respecto de la compra de terrenos, en que las adquisiciones en general son al Fisco, y están ligadas a proyectos específicos, normalmente además con impedimento de venta, la valorización de los terrenos se ha efectuado según los precios efectivamente pagados por Edelmag, lo que además ha sido en fechas recientes.

Para expresar los valores de compra en dólares del 31 de diciembre de 2006, se llevaron los precios de compra desde las fechas en que se materializaron los negocios a la fecha señalada a través de la variación de la UF (que expresa mejor la variación en el precio de los terrenos), y luego pasados a dólares con el tipo de cambio de la fecha base.

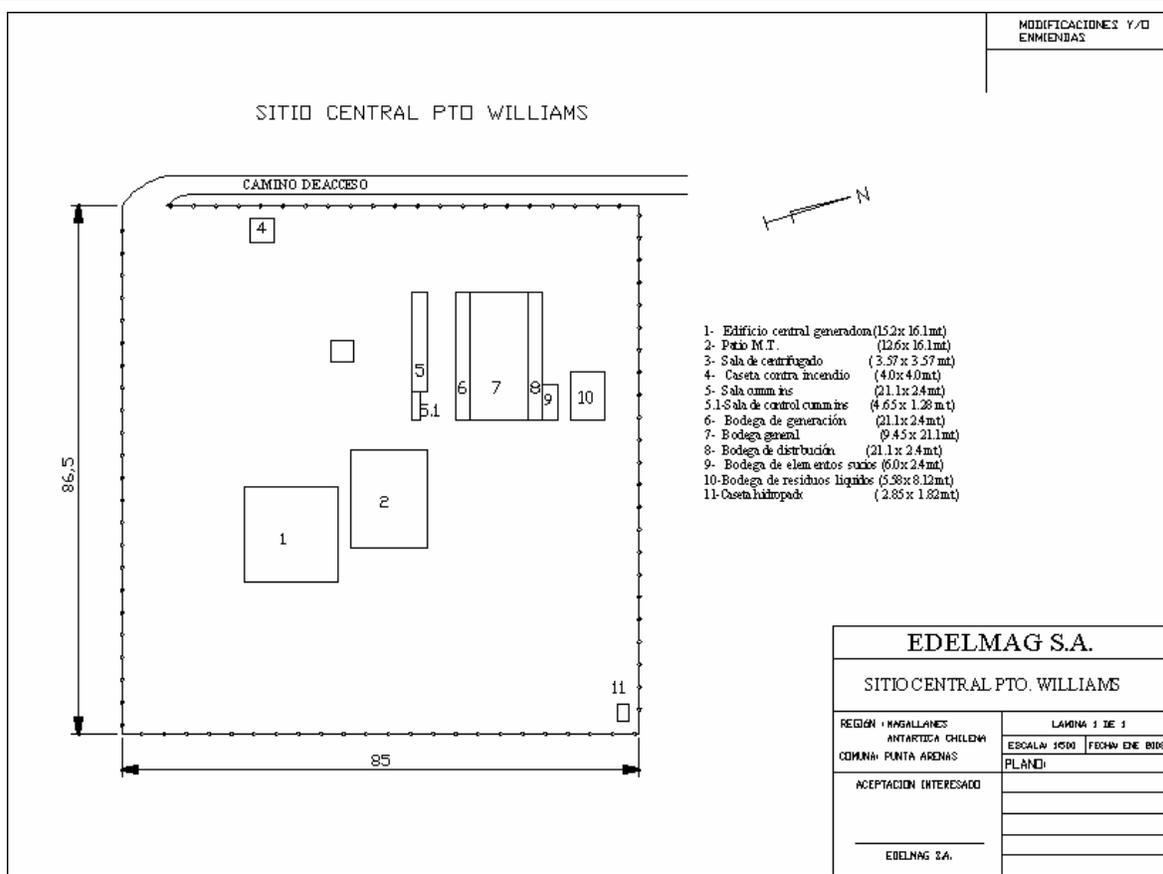
#### 4.3.2.1 Terreno de la Central

Identificación del terreno: se trata de tres terrenos identificados como Lote B-5, Lote B-6 y Lote B-7, Rol N° 675-008, ubicados en Camino Público s/n, Barrio Industrial de Puerto Williams. Con una superficie total de 1,5 hectáreas, el sitio está emplazado en un sector poco consolidado, con presencia de industrias frigoríficas, de construcción y antenas de comunicaciones. El terreno corresponde a un paño de forma regular (trapezoidal), y topología irregular con leve pendiente. Las dimensiones aproximadas son; Noreste: 76m., Noroeste: 162m., Suroeste: 85m., Sureste: 170m.

El sitio fue adquirido por Edelmag en diciembre de 2005 al Ministerio de Bienes Nacionales a través de la venta directa autorizada mediante decreto N° 611 de fecha 21 de noviembre del mismo año, para el propósito específico de construir la central de generación y sus instalaciones complementarias destinadas al abastecimiento eléctrico de la localidad de Puerto Williams. El precio de compraventa fue establecido en la oportunidad en 458,31 UF.

Con respecto a un precio de mercado para el terreno, no se ha encontrado registro suficiente de ofertas de ventas de propiedades similares. Además, siendo los terrenos de propiedad del Fisco, éstos se venden en forma autorizada y en asociación a proyectos de inversión específicos, lo que en la práctica significa que no existe un mercado que determine precios de los terrenos. De acuerdo con esto, el consultor estima que el precio al que fue comprado el terreno representa una buena valoración del mismo.

En el diagrama a continuación se muestra la disposición de los edificios e instalaciones en el terreno de la central.



**4.3.2.2 Terreno de la oficina administrativa**

El terreno en que está la oficina administrativa fue adquirido conjuntamente con el edificio que alberga la oficina, a la Municipalidad de Cabo de Hornos, a través de remate efectuado el 22 de diciembre de 2003.

La valorización del conjunto está incluida en la valorización del edificio, más adelante en este capítulo.

**4.3.2.3 Terreno de la casa del Administrador**

El terreno de la casa del Administrador corresponde a un paño de forma poligonal y topografía plana, con las siguientes dimensiones aproximadas:

- Norte : aproximadamente 19,0 m. con calle Cabo de Hornos.
- Sur : aproximadamente 43,5 m. con otra propiedad.
- Oriente : aproximadamente 29,0 m. con otras propiedades.
- Poniente : aproximadamente 32,0 m. con Camino a la cascada.
- Superficie aproximada : 857 m<sup>2</sup>

Este terreno fue adquirido mediante compra al Servicio de Vivienda y Urbanización (Serviu) Duodécima Región, efectuada el 24 de junio de 2003. El precio de la transacción en la oportunidad se estableció en 428,51 UF, de cuyo valor un 50 % es asignado al segmento generación – transmisión.

#### 4.3.2.4 Terreno de la casa del Encargado de Mecánica de la central

El terreno en que se encuentra la casa del Encargado de Mecánica de la central administrativa fue adquirido conjuntamente con la casa, a un particular, a través de la compra directa efectuada el 1 de marzo de 2006.

La valorización del conjunto está incluida en la valorización del edificio, más adelante en este capítulo.

#### 4.3.2.5 Resumen de valoración de los terrenos

**Tabla 21: Resumen Valorización Terrenos**

|                                    |                  | Edelmag             | Edelmag            |
|------------------------------------|------------------|---------------------|--------------------|
| <b>Terrenos</b>                    | Propietario      | Edelmag             | Edelmag            |
|                                    | Giro             | Ix                  | Ix                 |
|                                    | Uso              | Central generadora  | Casa Administrador |
|                                    | Superficie (mt2) | 15.000              | 429                |
|                                    | Asignación       | Generación (100%)   | Generación (50 %)  |
| <b>A) Valorización de Terrenos</b> |                  | (MUS\$) al 31/12/06 |                    |
|                                    |                  | 15,93               | 7,45               |

### 4.3.3 Caracterización y valoración de Edificios

Este ítem comprende lo siguiente:

- Oficinas: corresponde a los espacios edificados para oficinas donde se desarrollan las actividades de administración, planificación e ingeniería, incluyendo los servicios tales como salas de capacitación, pasillos, cocina, servicios generales, etc.
- Sala de generadores: incluye sala de comandos, sala de máquinas, calderas, sala de bombas y demás edificios relacionados a la actividad de generación.
- Talleres, bodegas y pañol: incluye los espacios edificados para fines de reparación, almacenaje de repuestos y herramientas, como también edificación dedicada para el cuidado y protección de los vehículos.
- Casas: incluye el terreno asociado y las edificaciones cuyo fin es el de habitar personal de la Empresa.

La valorización de todos estos inmuebles se realiza teniendo en cuenta que, los costos de construcción para la región son aproximadamente un 20 a 25% más altos que en Santiago, debido a los factores regionales que implican un mayor valor tanto para los materiales como para la mano de obra en los porcentajes señalados, y que los costos de construcción locales

son aproximadamente un 73% más altos que en Punta Arenas, por las dificultades logísticas que supone el aislamiento extremo.

#### 4.3.3.1 Edificaciones en el terreno de la Central

Sobre el terreno de la central hay diversas edificaciones de antigüedad y calidad variables. Se destaca que las edificaciones poseen una vida útil remanente promedio que superan los 15 años, con lo que se puede decir que en la mayoría de los casos se encuentran en la mitad de su vida útil o son relativamente nuevas.

La planta principal corresponde al edificio que alberga las unidades Caterpillar de la central generadora, la sala de comando, una oficina y un baño. Se trata de una construcción metálica de 236 m<sup>2</sup> de superficie, construida en el año 2005.

Una segunda planta corresponde a un galpón que alberga las unidades Cummins. La construcción corresponde a una estructura metálica de un piso, de 90 m<sup>2</sup> de superficie aproximadamente, construido hace alrededor de 25 años, de calidad estándar. Tiene un recinto principal destinado a equipos de generación y un segundo recinto destinado a los equipos de medición y control de operaciones.

Contigua a la planta principal se encuentra la subestación elevadora, que eleva la tensión al nivel de distribución de 13,2 kV.

En el terreno también existen dos estanques de almacenamiento de petróleo, de 60 y 20 m<sup>3</sup> de capacidad, con sus correspondientes tuberías y llaves, además de pasillos y torres de inspección y operación.

Las bodegas corresponden a 5 construcciones aisladas y agrupadas en el sector nor-poniente del terreno, dos de ellas son de tipo contenedor, construidas hace alrededor de 15 años, presentan buen estado de conservación general, y las otras dos son de estructura metálica de construcción reciente, también presentando buen estado de conservación. Cada una consta de un solo recinto destinado a bodega o taller.

|                          |                             |                        |
|--------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Superficies aproximadas: | Bodega de generación        | : 88,6 m <sup>2</sup>  |
|                          | Bodega general              | : 199,4 m <sup>2</sup> |
|                          | Bodega de distribución      | : 88,6 m <sup>2</sup>  |
|                          | Bodega de elementos sucios  | : 14,1 m <sup>2</sup>  |
|                          | Bodega de residuos líquidos | : 45,3 m <sup>2</sup>  |

Complementan las instalaciones tres edificaciones, a saber: caseta de recepción y medición de combustible, caseta de control de incendios y planta de agua. Las tres son de construcción reciente y presentan buen estado de conservación.

#### 4.3.3.2 Edificaciones de la oficina administrativa

La oficina de administración corresponde a una edificación de un piso, de calidad estándar, fue construida hace alrededor de 20 años, con ampliaciones y remodelaciones posteriores y presenta buen estado de conservación general. Posee un hall de acceso conectado a calle por

circulación cubierta. Recepción y espera, mesón de atención a público y puestos de trabajo, dos oficinas de administración, un baño, sala de reuniones. La edificación de la estructura es mixta, de madera y albañilería sobre fundaciones corridas de hormigón. Techumbre con vigas y cerchas de madera.

Este inmueble fue adquirido a la Municipalidad de Cabo de Hornos, en un remate realizado con fecha 22 de diciembre de 2003. El precio de la transacción fue de \$ 16 millones.

#### 4.3.3.3 Edificaciones de la casa del administrador

Respecto de la casa del Administrador, corresponde a una casa habitación de 2 pisos, emplazada en sector residencial con viviendas similares, de buena calidad y en buen estado de conservación general. El sector cuenta con urbanización parcial, es decir, tiene calles con calzadas y aceras de ripio, y redes públicas de agua potable, alcantarillado, gas y electricidad.

#### 4.3.3.4 Edificaciones de la casa del Encargado de Mecánica de la Central

La casa del Encargado de Mecánica de la central fue adquirida por compra, junto con el terreno donde se encuentra. Las características principales de terreno son:

Norponiente : aproximadamente 25,0 m. con Lote Uno A de la misma subdivisión.

Sur : aproximadamente 25,2 m. con calle Sur.

Nororientado : aproximadamente 9,6 m. con Lote Dos de la misma subdivisión.

Oriente : aproximadamente 8,75 m. con Lote Diecinueve de la misma subdivisión.

Superficie aproximada: 231,06 m<sup>2</sup>

Respecto de la casa del Encargado de Mecánica de la Central, corresponde a una casa habitación de 1 piso, emplazada en sector residencial con viviendas similares, de buena calidad y en buen estado de conservación general. El sector cuenta con urbanización parcial, es decir, tiene calles con calzadas y aceras de ripio, y redes públicas de agua potable, alcantarillado, gas y electricidad.

Este terreno fue comprado a un particular, el 1 de marzo de 2006. El precio de la transacción en la oportunidad se estableció en \$ 9 millones de pesos.

4.3.3.5 Resumen de valoración de edificaciones

En la siguiente tabla, se indica las edificaciones asociadas a Puerto Williams, especificándose cuáles de ellas se encuentran valoradas con terrenos.

|           | Propietario                         | Edelmag                               | Edelmag                                      | Edelmag   | Edelmag                           | Edelmag                             | Edelmag                 | Edelmag                    | Edelmag                                 | Edelmag                 | Edelmag                  | Edelmag                    | Edelmag                    | Edelmag                               |              |
|-----------|-------------------------------------|---------------------------------------|--|---|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------------|---|-------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|--------------|
|           | Giro                                | Ix                                    | Ix   | Ix  | Ix                                | Ix                                  | Ix                      | Ix                         | Ix                                      | Ix                      | Ix                       | Ix                         | Ix                         | Ix                                    |              |
|           | Uso                                 | Sala de máquinas unidades Caterpillar | Salas de máquinas y control unidades Cummins | Acceso y sala de medición de petróleo ingresado | Bodega de repuestos de generación | Bodega de repuestos de distribución | Taller y bodega general | Bodega de elementos sucios | Bodega de aceites y residuos peligrosos | Caseta contra incendios | Cabina de bombeo de agua | Oficina Administración     | Casa Administrador         | Casa encargado mecánica de la central |              |
| Edificios | Tipo de Construcción                | Metálica                              | Metálica                                     | Metálica  | Metálica                          | Metálica                            | Metálica                | Metálica                   | Metálica                                | Metálica                | Metálica                 | Madera y Páneles Aislantes | Madera y Páneles Aislantes | Madera                                |              |
|           | Superficie (m <sup>2</sup> )        | 236                                   | 56,6   |   | 50,6                              | 50,6                                | 199,4                   | 14,4                       | 45,3                                    | 16,0                    | 5,2                      | 118,0                      | 134,78                     | 70,76                                 |              |
|           | Número de pisos                     | 1                                     | 1  | 1   | 1                                 | 1                                   | 1                       | 1                          | 1                                       | 1                       | 1                        | 1                          | 2                          | 1                                     |              |
|           | Año Construcción                    | 2005                                  |  |   |                                   |                                     | 2007                    | 2007                       |   |                         |                          | 1986                       | 2004                       | 1990                                  |              |
|           | Número de Habitaciones              | 4                                     | 2  | 1   | 1                                 | 1                                   | 1                       | 1                          | 1                                       | 1                       | 1                        | 7                          | 7                          | 5                                     |              |
|           | Número de Baños                     | 2                                     | 0  | 0   | 0                                 | 0                                   | 0                       | 0                          | 0                                       | 0                       | 0                        | 1                          | 3                          | 1                                     |              |
|           | Asignación                          | Generación                            | Generación                                   | Generación                                      | Generación                        | Distribución                        | Generación              | Generación                 | Generación                              | Generación              | Generación               | 50% G / 50% D              | 50% G / 50% D              | Generación                            |              |
|           | Incluye Terreno                     | No                                    | No   | No  | No                                | No                                  | No                      | No                         | No                                      | No                      | No                       | No                         | Si                         | No                                    | Si           |
|           | <b>A) Valorización de Edificios</b> | (MUS\$) al 31/12/06                   | <b>562,74</b>                                | <b>7,50</b>                                     | <b>1,02</b>                       | <b>7,50</b>                         | <b>0,00</b>             | <b>20,00</b>               | <b>31,20</b>                            | <b>31,20</b>            | <b>6,78</b>              | <b>2,20</b>                | <b>22,12</b>               | <b>94,34</b>                          | <b>34,93</b> |

**Tabla 22: Resumen valorización edificios**

Se observa que las edificaciones Oficina del Administrador y la Casa encargado mecánica de la central, se encuentran valoradas incluyendo el terreno. Además, puesto que la Oficina Administración, Casa Administrador son usados indistintamente para generación y para distribución, y asumiendo que ambas actividades representan igual importancia como actividad de la administración, se aplicó una asignación de 50% para la componente de generación, de la misma manera que se asignó un 50% de asignación a generación los gastos salariales del administrador.

#### 4.3.3.6 Total Valorización Terrenos y de Edificaciones.

El total de la valorización de edificaciones, incluyendo terrenos, corresponde a la suma del total de la Tabla 21 y de la Tabla 22, totalizado en MUS\$ 852,4.

El detalle del total se despliega en la siguiente tabla:

**Tabla 23: Detalle Total Valorización Terrenos y Edificaciones**

| Infraestructura                                 | Incluye               | Valor MUS\$  |
|---|-----------------------|--------------|
| Central generadora                              | Terreno               | 15,9         |
| Casa Administrador                              | Terreno               | 7,4          |
| Sala de máquinas unidades Caterpillar           | Edificación           | 562,7        |
| Salas de máquinas y control unidades Cummins    | Edificación           | 7,5          |
| Acceso y sala de medición de petróleo ingresado | Edificación           | 1,0          |
| Bodega de repuestos de generación               | Edificación           | 7,5          |
| Bodega de repuestos de distribución             | Edificación           | 0,0          |
| Taller y bodega general                         | Edificación           | 20,0         |
| Bodega de elementos sucios                      | Edificación           | 31,2         |
| Bodega de aceites y residuos peligrosos         | Edificación           | 31,2         |
| Caseta contra incendios                         | Edificación           | 6,8          |
| Cabina de bombeo de agua                        | Edificación           | 2,2          |
| Oficina Administración                          | Terreno y edificación | 22,1         |
| Casa Administrador                              | Edificación           | 94,3         |
| Casa encargado mecánica de la central           | Terreno y edificación | 34,9         |
| Total valorización edificaciones y terreno      |                       | <b>844,9</b> |

#### 4.3.4 Caracterización y valoración de Vehículos

En el cuadro a continuación se muestra el detalle y la valorización de los vehículos de transporte y carga que existen en Puerto Williams. Puesto que son usados indistintamente para generación y para distribución, y asumiendo que ambas actividades representan igual importancia como actividad de la administración, se aplicó una asignación de 50% para la componente de generación.

**Tabla 24: Resumen Valorización Vehículos**

|                                  |                                |               |                        |                        |
|----------------------------------|--------------------------------|---------------|------------------------|------------------------|
| Vehículos                        | Propietario                    | Edelmag       | Edelmag                | Edelmag                |
|                                  | Giro                           | Ix            | Ix                     | Ix                     |
|                                  | Tipo                           | Camión        | camioneta doble cabina | camioneta doble cabina |
|                                  | Año Fabricación                |               |                        |                        |
|                                  | Marca                          | Mercedes Benz | Nissan                 | Nissan                 |
|                                  | Capacidad de Carga o Pasajeros | 8000 kg       | 700 kg                 | 700 kg                 |
|                                  | Asignación                     | 50%           | 50%                    | 50%                    |
| <b>B) Valorización vehículos</b> | <b>(MUS\$) al 31/12/06</b>     | <b>73,90</b>  | <b>8,50</b>            | <b>8,50</b>            |

Por lo tanto, el total de la valorización de vehículos es MUS\$ 90,9.

Los antecedentes de la valorización del camión grúa se encuentran en el Anexo 4.

### 4.3.5 Caracterización y valoración de Otros Bienes

#### 4.3.5.1 Valorización de bienes informados por Edelmag

**Tabla 25: Resumen Valorización Bienes**

|  |  |               |
|--|--|---------------|
| <b>Otros</b>                                     | Computadores                                   | 4,58          |
|  | Equipos de Telecomunicación                    | 10,12         |
|  | Teléfonos                                      |               |
|  | Impresoras                                     | -             |
|  | Máquinas de Escribir                           |               |
|  | Aire Acondicionada o Calfactores               |               |
|  | Mobiliario en General                          | 8,89          |
|  | Otros Costos de Administración                 |               |
|  | Estanque de petróleo 60m3                      | 30,33         |
|  | Estanque de petróleo uso diario                | 4,00          |
|  | Iluminación perímetro central                  | 13,65         |
|  | Sistema medición y purificación combustible    | 36,17         |
|  | Equipos de control sala de comando             | 16,65         |
|  | Instalación eléctrica planta elevadora de agua | 9,75          |
|  | Planta elevadora de agua                       | 3,70          |
|  | Grupo generador de emergencia                  | 23,74         |
|  | Servicios auxiliares                           | 54,03         |
|  | Pavimento patio combustibles                   | 36,30         |
| Herramientas                                     | 13,48  |               |
| Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio | 65,71  |               |
| <b>C) Valorización otros equipos</b>             | <b>(MUS\$) al 31/12/06</b>                     | <b>331,10</b> |

El detalle de estos datos se muestra a continuación:

**Tabla 26: Desglose del resumen valorización de bienes**

| Bienes Muebles                                   | Detalle Bien Mueble  |
|--|--|
| Computación                                      | Impresora Hp Officejet G85 Fax   |
|  | Computador Intel Pentium Iii 1   |
|  | Hardware Equipos Pto.Williams  |
|  | Notebook Thinkpad A20M Piii 70   |
|  | Adq/Reem.Hardware  |
|  | Adq.Y Reempl.Hardware Accesorios P.Williams                              |
|  | Monitore Lcd 17" Samsung   |
|  | Proyector Epson 76C 2000 Ansi  |
| Notebook Acer Travelmate Adm.Pw                  |  |
| Equipos de Telecomunicacion                      | Equipo Radiocomunicacion Vhf C   |
|  | Fax P.Williams   |
|  | Impl.Sistema Comunicación Telefonica Central                             |
| Mobiliario en General                            | Casa Prefabricada 7 Mts X 2.20   |
| Iluminación perímetro central                    | Iluminacion Perimetro Central  |
| Sistema medición y purificación combustible      | Sist.Almacenamiento Y Purificacion Combustible                           |
|  | Medidor Combt.Unid.Caterpilla  |
| Equipos de control sala de comando               | Mejoramiento Sist.Control Cpw  |
|  | Equipos Control Sala Comandos  |
| Instalación eléctrica planta elevadora de agua   | Inst.Elect.Fuerza A.P.   |
| Planta elevadora de agua                         | Planta Elevadora Agua  |
| Grupo generador de emergencia                    | Grupo Generador Emergencia Cpw   |
| Servicios auxiliares                             | Cargador Bateria Marca Einhell   |
|  | Medidor Trifasico Bt1 Bt2 Para   |
|  | Generador Suzuki   |
|  | Instalacion 2 Reconectores P   |
|  | Mejoram.Ss/Aa Y Sincron.Grupo  |
| Pavimento patio combustibles                     | Pav.Patio Acceso Combustible Cpw   |
| Herramientas                                     | Desbarbadora W 7-115 Quick   |
|  | Hidrolavadora Marca Karcher Mo   |
|  | Tecla De Palanca Yale 750 Kg   |
|  | Adq/Reemp.Herramientas   |
|  | Adq.Reempl.Instrumentos  |
|  | Torno Bv30A Prod. T320   |
|  | Maquina Soldar Inverweld 1500  |
|  | Equipo Soldar Y Cortar Master  |
|  | Compresor De Aire Ub-55  |
|  | Llave Torque 600 Libras  |
|  | Desmontadora Para Neumatico  |
|  | Adqu.Y Repos.Herramientas Pw G   |
|  | Taladro Aleman Aeg Velocidad V   |
|  | Corta Pernos N185  |
|  | Banqueta Aislante Ct-963   |
| Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio | Informe De Solicitud De Simplificación De Exigencias Establecidas En Nt. |
|  | Procedimientos Técnicos Establecidos En Nt                               |
|  | Estudios Establecidos En Nt  |
|  | Adquisición Software Sistema Scada                                       |
|  | Programación De Sistema Scada  |
|  | Computador Dedicado A Adquisición De Datos Y Monitoreo                   |
|  | Equipo De Adquisición De Datos Ion                                       |
|  | Tres Equipos De Adquisición De Datos Satec                               |
| Gastos De Traslado Y Alojamiento.                |  |

#### 4.3.5.2 Valorización de bienes obtenidos de otras fuentes

La información fue obtenida del estudio de Ernst & Young arriba identificado, los valores fueron corregidos por la variación del IPC (para bienes de origen nacional) y CPI (para bienes

importados) entre abril de 2006 (fecha del informe de Ernst & Young) y diciembre de 2006 (fecha base para valorización de costos).

#### ***4.4 Análisis de la estructura y valorización de los costos de personal***

Las bases del estudio establecen que a partir del análisis crítico de la información de la Empresa, el Consultor deberá determinar la estructura y costos de personal de la Empresa existente.

La valorización de los costos de personal consta de dos componentes: por una parte están los costos directos de personal, esto es, el personal que se desempeña en Puerto Williams, y por la otra están los costos indirectos de personal, que corresponde al personal de la oficina central en Punta Arenas.

Para calcular la componente de costos directos de personal se tomó en cuenta las remuneraciones reales pagadas por la empresa a los funcionarios de la localidad en estudio, y los resultados del estudio de remuneraciones realizado por Ernst & Young para la valorización de los costos del personal en el estudio “Planificación y Tarifificación de Sistemas Medianos de Edelmag año 2006”.

Para calcular la componente de costos indirectos de personal asociados a la gestión del Sistema Mediano Puerto Williams se hizo uso de los resultados obtenidos en el estudio señalado en el párrafo anterior, aplicándose para éstos la parte de los costos indirectos generales de la empresa que no fueron asignados a ninguno de los otros Sistemas Medianos que en esa oportunidad fueron tarifificados.

Dicho estudio de compensaciones está referido a cargos de nivel ejecutivo, profesionales, técnicos y personal de apoyo administrativo y operadores, y fue realizado sobre un panel de referencia representado por 69 organizaciones pertenecientes a los sectores de Energía, Servicios e Industrial, con características y atributos comparables con Edelmag. Los cargos se homologaron con aquellos que representan un nivel y perfil equivalente, en cuanto a objetivos, responsabilidades y funciones.

Se muestran en los resultados, en forma desagregada, los niveles de cargos definidos y proporcionados por Edelmag, de acuerdo a cinco distintas formas de presentación, desde el sueldo base hasta la compensación total.

Los estudios de compensaciones para estos efectos, permiten conocer las prácticas y tendencias del mercado en materias relacionadas con remuneraciones, incentivos de corto y largo plazo, políticas de administración de remuneraciones y paquetes de beneficios dirigidos a cargos ejecutivos y no ejecutivos.

La metodología de trabajo de Ernst & Young se basa en una comparación de varios factores para poder realizar el proceso de homologación, tales como, tamaño de la Empresa, volumen de ventas, dotación de personal, funciones, responsabilidades y estructura organizacional.

##### **4.4.1 Análisis estructural del personal**

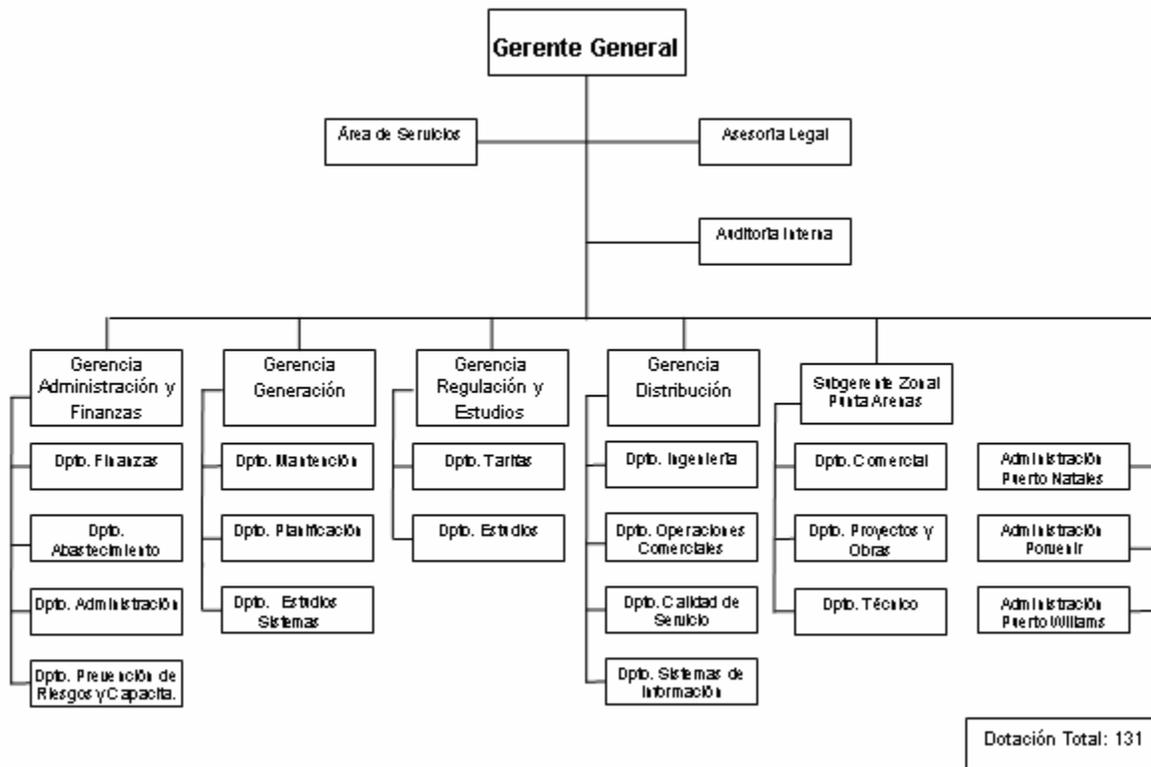
Esta sección tiene como objeto el análisis de la estructura orgánica de Edelmag, a los efectos de apreciar las condiciones en que se desarrollan sus actividades como sustento para un análisis de

su funcionamiento y justificación de su dimensión con relación a las instalaciones operadas. Para ello se efectuó un análisis crítico de dicha estructura según lo establecido por el punto 3.h de las bases técnicas.

El informe fue confeccionado basándose en la información presentada por la Empresa. Cabe destacar que la Empresa realizó una reestructuración total de su organización a partir del año 2006.

#### 4.4.1.1 Estructura Orgánica 2006

En la estructura orgánica de Edelmag, las funciones ejecutivas máximas están concentradas en la figura del Gerente General, del cual dependen cuatro gerentes, un subgerente, tres administraciones zonales y tres áreas de apoyo y control, según se muestra en el organigrama que se incluye a continuación:



**Figura 4: Estructura Orgánica 2006**

Se trata de una organización descentralizada con especialidades funcionales concentradas en la estructura central. Las especialidades mostradas son las típicas correspondientes a una empresa eléctrica y se infiere una gran delegación en las administraciones zonales, cosa plenamente justificada por tratarse de sistemas alejados y aislados con lo cual esa delegación es indispensable

La estructura posee una discriminación funcional nítida e incorpora servicios de apoyo y control en dependencia directa de la Gerencia General. Tal como está planteada, la organización tiene dos grupos de responsabilidades funcionales, por un lado las tareas de carácter corporativo que no están ligadas a la operación y que son esencialmente de administración general y de apoyo a la dirección estratégica de la Empresa, y por el otro las áreas descentralizadas que tienen a su cargo la ejecución de las tareas comerciales y de operación y mantenimiento de los sistemas de generación, transmisión y distribución en cada una de sus respectivas jurisdicciones. Se trata de una concepción clásica concebida con la austeridad propia de una empresa que administra un sistema mediano, y no merece objeciones respecto de la lógica de su funcionamiento.

La Gerencia Generación tiene la responsabilidad del suministro de energía al sistema de la Empresa comprendiendo esta responsabilidad desde la planificación del sistema hasta el control del costo de generación. Estas actividades que son netamente operativas poseen una definición clara y concentrada de responsabilidades en la estructura de la empresa.

La Gerencia de Regulación y Estudios aborda el tema regulatorio incorporando además la función estratégica de desarrollo de nuevos negocios. Estas actividades son netamente de apoyo a la función de dirección.

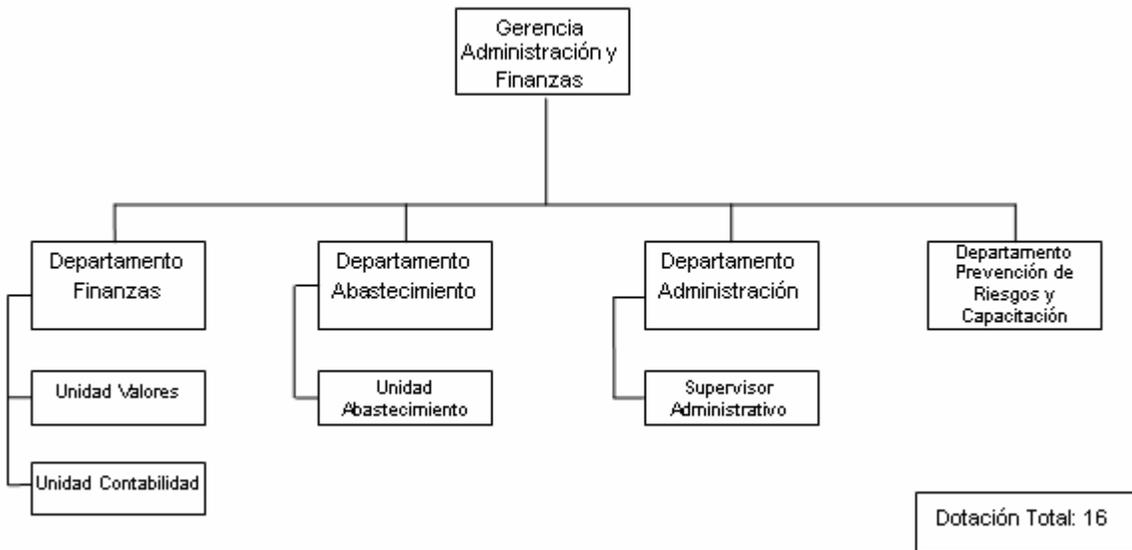
La Gerencia de Distribución lleva a cabo importantes funciones de servicios centralizados y de control de operaciones. Es adecuado que esté en esta área el Departamento de Sistemas de Información, dado que cuando existe un buen sistema de vinculación cliente-red, el peso del mantenimiento está en la información que aporta el área técnica.

La Gerencia Administración y Finanzas comprenden las funciones de Finanzas, Abastecimiento y Personal, en una estructura muy empleada por empresas medianas y chicas. Además, esta gerencia incluye las funciones de Prevención de Riesgos y Capacitación, que otorga una importancia a la seguridad del personal y trasunta una preocupación por los recursos humanos.

La estructura orgánica se ve sólida en su concepción, facilita la coordinación entre los distintos responsables de áreas y disminuye los desgastes internos.

#### Gerencia Administración y Finanzas

La Gerencia Administración y Finanzas, tiene las funciones clásicas de esta área abarcando la administración de los recursos financieros, la contabilidad de la Empresa, la gestión de abastecimiento y la de recursos humanos.



**Figura 5: Gerencia Administración y Finanzas**

El Departamento Finanzas tiene como misión supervisar el funcionamiento y coherencia de los registros contables efectuados por sistema, y de registrar, controlar y analizar los hechos contables generadores de variaciones. En este sentido realiza el resguardo del cumplimiento de los principios contables generalmente aceptados y de las normas técnicas correspondientes. Confecciona los estados contables mensuales, trimestrales y anuales. Asimismo selecciona los métodos aplicables en el cálculo de previsiones y hace su seguimiento. Tiene el manejo diario de ingresos y egresos a niveles globales, analiza todas las cuentas a pagar verificando precios y condiciones pactadas. También se ocupa de cumplimentar en tiempo y forma las liquidaciones de obligaciones impositivas.

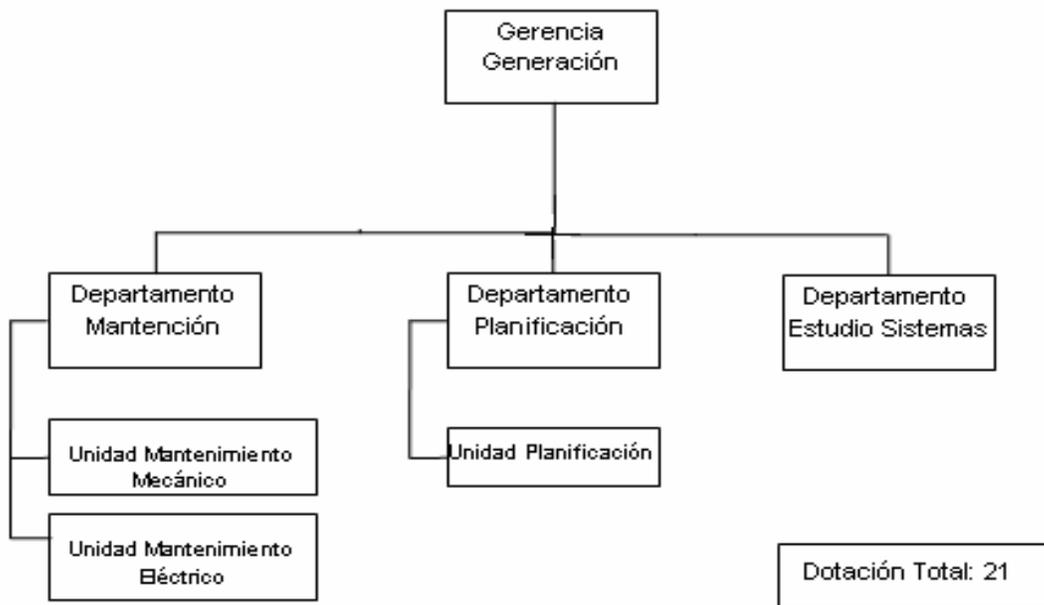
El Departamento Abastecimiento perfecciona la compra de los elementos requeridos para la operación y el mantenimiento. A partir de los pedidos de materiales o servicios efectuados por las distintas áreas de la Empresa, realiza solicitudes de precios en el mercado nacional o internacional de los productos solicitados. Analiza precios, condiciones y calidades de los oferentes, para decidir compras. Realiza las tramitaciones destinadas a la nacionalización de bienes importados. Con la información recopilada de otras áreas elabora el presupuesto de abastecimiento de la Empresa. Asimismo supervisa las bodegas de la Empresa y controla políticas de stock de materiales e implementos y la metodología de clasificación, codificación, almacenaje.

El Departamento Administración se encarga de las tareas de selección, remuneraciones, y administración del personal. La selección comprende una preselección que se complementan con entrevistas en los sectores directamente interesados en la incorporación con quienes se decide la misma. La administración de personal comprende el mantenimiento y actualización del legajo de personal, asignación y seguimiento del nivel de remuneración hasta la ruptura de la relación laboral.

El Departamento Prevención de Riesgos realiza una tarea que, además de ser una obligación legal, es de gran importancia a los efectos de evitar accidentes que puedan dañar al personal. La prevención comienza con el análisis de accidentes de trabajo y con la elaboración de índices de accidentalidad, para proceder con esta base a la revisión y mejora de los procedimientos de trabajo que involucren riesgos. En este sentido desarrolla proyectos específicos relacionados con prevención de riesgos y coordina programas de charlas de capacitación tanto en el ámbito de la Empresa como en el de contratistas. En el aspecto de auditoria de riesgos elabora y lleva a cabo planes de inspecciones en terreno que pueden tener características de programadas o imprevistas, y recomienda sanciones frente a violaciones de las disposiciones legales o internas sobre seguridad en el trabajo. Complementariamente a estas tareas lleva a cabo la administración del plan de capacitación.

Gerencia Generación

La Gerencia Generación tiene a su cargo la gestión del segmento generación de la Empresa, responsabilidad que abarca las actividades técnicas relacionadas con el diseño del sistema eléctrico y el mantenimiento de las instalaciones de generación. En general se encarga de la gestión del negocio de generación, la construcción de nuevas centrales, la definición de equipamiento de generación, y el mantenimiento de todas las unidades y sistemas de generación.



**Figura 6: Gerencia Generación**

El Departamento Mantenimiento se encarga de programar la mantención preventiva y correctiva considerando el proceso productivo, compra de repuestos, reposición de equipos, etc., coordinando estas actividades con el área de producción, a fin de no alterar la marcha de los

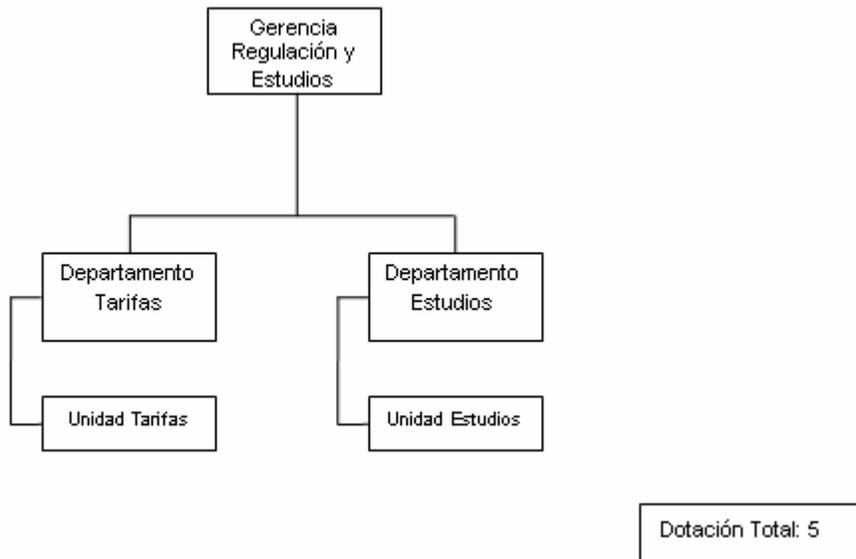
procesos productivos. Por otra parte realiza el análisis de fallas repetitivas a los efectos de su reducción o eliminación mediante cambios de diseños y modificaciones tecnológicas.

El Departamento Planificación lleva adelante la gestión de costos de generación para lo cual realiza el análisis y definición de unidades generadoras y la consecuente definición del despacho diario de las mismas. También es responsable por la coordinación de nuevos proyectos en particular de las evaluaciones técnicas para elegir las mejores alternativas, tanto de procesos como equipos necesarios para la generación de energía eléctrica. Asimismo realiza la gestión de aspectos técnicos y costos de ampliación de centrales y patios de AT.

El Departamento Estudio de Sistemas tiene como objetivos principales; analizar disposiciones de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio para Sistemas Medianos en generación y elaborar informes requeridos por SEC, respecto del segmento generación.

### Gerencia Regulación y Estudios

La Gerencia Regulación y Estudios tiene como principales actividades el estudio y aplicación de las tarifas de generación y distribución, y la evaluación económica de nuevos negocios y el análisis de inversiones. En particular hace el análisis de aspectos regulatorios, el estudio y aplicación de las tarifas de generación, distribución y de servicios no regulados. También hace el análisis de rentabilidad y rendimiento tarifario y confecciona informes para la autoridad regulatorias.



**Figura 7: Gerencia Regulación y Estudios**

El Departamento Tarifas está encargado de confeccionar el cuadro tarifario y gestionar su publicación en tiempo y forma, en este campo también desarrolla y propone opciones tarifarias sobre la base de la legislación vigente y realiza la proyección de ingresos por ventas y el cálculo

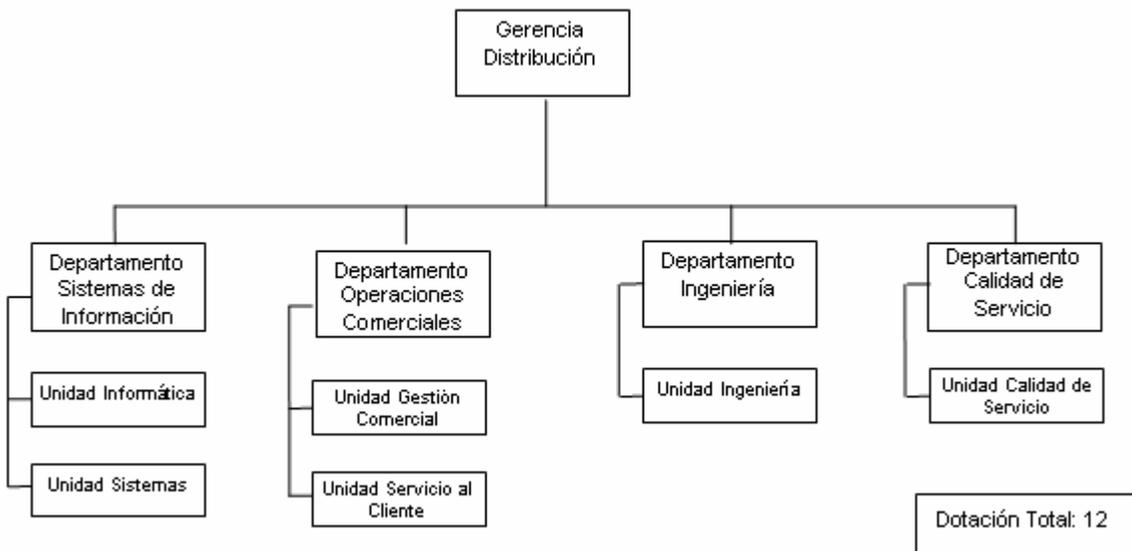
del Margen Bruto. Se mantiene informada y aplica las nuevas resoluciones y normas regulatorias que afecten el cálculo tarifario.

El Departamento Estudios realiza estudios económicos y análisis de rentabilidad para promover la atracción y expansión de los negocios en especial aquellos que impliquen inversiones y generen demanda de energía eléctrica, para lo cual se estudia la economía regional en busca de nichos de crecimiento, contacta a empresarios con proyectos de expansión y procura colaborar en la concreción de los mismos.

### Gerencia Distribución

La Gerencia Distribución es responsable de los diferentes aspectos de la gestión de la distribución. En ese sentido realiza actividades técnicas, comerciales y administrativas relacionadas con el diseño del sistema eléctrico, operación y mantenimiento de las instalaciones de distribución y atención de clientes. En particular realiza el control y gestión de los clientes, y la planificación del mantenimiento de la red de distribución. Asimismo efectúa el seguimiento de los índices de calidad de servicio, la definición y control de compensaciones y el mantenimiento y desarrollo de imagen corporativa. Finalmente se ocupa del desarrollo informático y sistemas, realizando la gestión y mantenimiento de sistemas técnicos y comerciales.

Además es responsable de las evaluaciones técnicas para elegir las mejores alternativas, tanto de procesos como equipos necesarios para la distribución de energía eléctrica.



**Figura 8: Gerencia Distribución**

El Departamento Sistemas de Información se ocupa de dar soporte técnico y asistencia a los usuarios de las diferentes aplicaciones en uso. Asimismo mantiene la actualización tecnológica del entorno, recomienda la compra y utilización de soft y hardware, administra la capacitación y

actualización técnica del personal, y realiza el diseño de soluciones informáticas. En este último sentido se encarga de desarrollar y programar nuevas aplicaciones o modificaciones a las existentes, en función de las necesidades corrientes en cada momento y de las posibilidades que genere la evolución de la tecnología. Supervisa la operación de los distintos equipos de procesamiento de datos manteniendo la continuidad del servicio y velando por la seguridad de los datos almacenados, además monitorea la red de datos y supervisa la consistencia de la información producida. Asimismo tiene la función de Documentación Técnica (VNR) consistente en mantener permanentemente actualizado el inventario de bienes de uso e instalaciones de la Empresa.

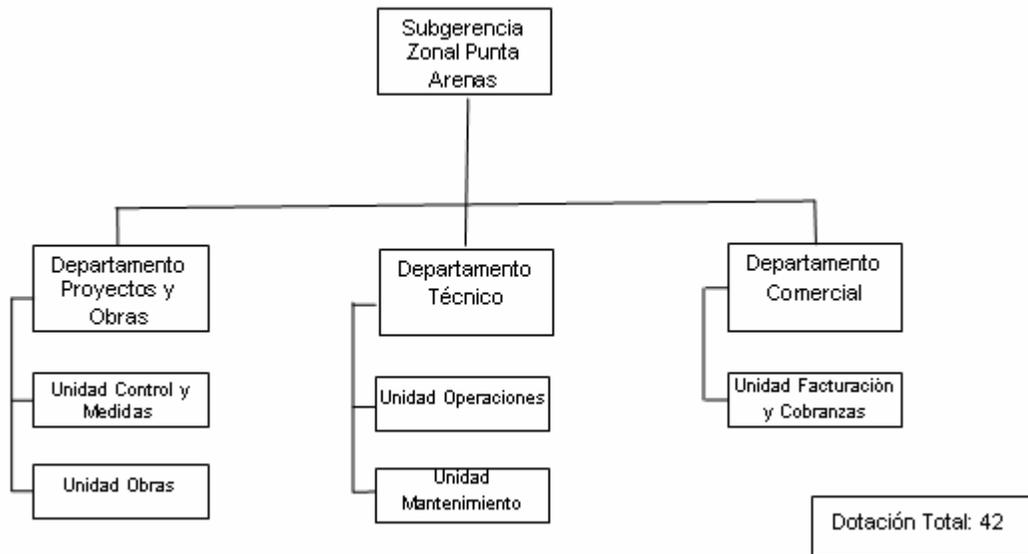
El Departamento Operaciones Comerciales se ocupa de la elaboración de la normativa y políticas comerciales y del control de la aplicación de tarifas a los distintos tipos de cliente. Su responsabilidad abarca el estudio de las prácticas y métodos comerciales con vistas a un incremento de la calidad de atención al cliente acompañado por un aumento de la productividad del personal involucrado. Asimismo realiza el control de proceso de facturación y documentos de cobro. También elabora la normativa de atención comercial y de identidad visual, en este sentido desarrolla las relaciones institucionales, para lo cual genera e implementa los lineamientos corporativos para la comunicación externa, incluyendo aquellos que hacen a la imagen corporativa.

En el Departamento Ingeniería se prevé el desarrollo del sistema eléctrico en términos de mediano plazo. Para hacer este trabajo se apoyan en previsiones de demanda y en las necesidades de maniobra y demanda que le transmiten las Administraciones Zonales y el cumplimiento de las restricciones de calidad de servicio impuesto por las autoridades de administración y control. Realiza el análisis de flujos de carga con proyecciones de mediano plazo, la propuesta de topologías que optimicen la utilización del sistema, y la confección del plan de obras correspondiente.

El Departamento Calidad de Servicio compila y procesa toda la información sobre interrupciones de servicio y calidad de producto, confeccionando los correspondientes informes para difusión interna y conocimiento de las autoridades de control. Esta tarea es complementaria de la anterior y los datos por ella generados indispensables para la planificación. Planifica y supervisa las mediciones por calidad de producto, nivel y oscilaciones de voltaje, efecto flicker, etc. Atiende los reclamos de clientes en este sentido y los investiga para proponer las correcciones que correspondan, siendo asimismo responsable por las compensaciones que esos reclamos generen.

#### Subgerencia Zonal de Punta Arenas

La Subgerencia Zonal de Punta Arenas es responsable por la atención integral de los clientes, incluyendo la operación de centrales, distribución de energía eléctrica, mantenimiento de líneas y redes de distribución, atención comercial de nuestros clientes y los procesos asociados, en la oficina de Punta Arenas. En particular se encarga de la operación de centrales y de la operación y mantenimiento de los sistemas de transmisión y distribución. La resolución de reclamos técnicos y comerciales, y del control de equipos de medida. También se ocupa del desarrollo y control de obras de MT y BT.



**Figura 9: Subgerencia Zona Punta Arenas**

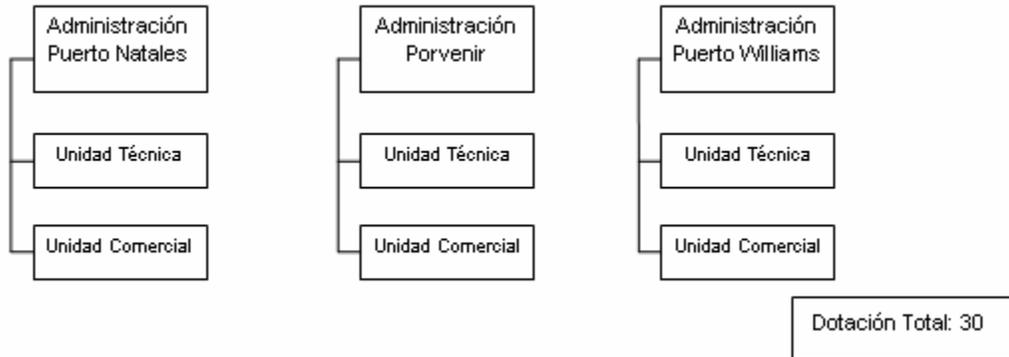
El Departamento Proyectos y Obras, se encarga de proyectar extensiones de redes o refuerzos de conductores, nuevos transformadores o aumentos de la capacidad existente y también ejecuta proyectos de modificaciones y redes de distribución. Asimismo verifica en terreno situaciones de instalaciones existentes, certifica solicitudes de factibilidad, realiza planos, ubica los materiales necesarios para la ejecución del proyecto y el valor de la mano de obra. Por otra parte también controla y registra los equipos de medida.

El Departamento Técnico tiene como misión realizar las funciones de instalación, calibración y mantención de los equipos de protección y operación de los sistemas de distribución de la Empresa. Asimismo supervisa las labores y al personal que debe actuar en situaciones de emergencia que se producen en los sistemas de distribución de energía, para lo cual dispone de linieros con atención continuada durante las 24 horas, todos los días del año. También programa, planifica, coordina y dirige el mantenimiento preventivo y correctivo de las líneas y redes de la Empresa. Por otra parte investiga y repone fallas o anomalías a la vez que estudia, propone y participa en modificaciones a nivel de alimentadores o nuevas instalaciones del sistema de distribución de energía

El Departamento Comercial atiende integralmente a los clientes en oficina comercial de la Empresa, relacionada con el servicio eléctrico, entregando información sobre los consumos, fechas de pago, dudas sobre tarifas y volumen de consumos. Asimismo recauda, controla, contabiliza y elabora informes, cuadraturas de caja de los valores recibidos por pago de los consumos de energía eléctrica de los usuarios. Dentro del área de operaciones controla y registra la toma de lecturas por consumos de energía de los clientes, prepara facturación de los consumos de energía de los clientes, y se encarga del alta y bajas de clientes así como de las modificaciones a su estado. Finalmente es responsable por la gestión de saldos morosos para lo que efectúa suspensiones y cortes de servicio, controla el pago y solicita las reposiciones correspondientes.

## Administraciones Zonales

Como la anterior, estas Administraciones tienen como función principal la atención integral de los clientes, incluyendo su responsabilidad la operación de centrales, distribución de energía eléctrica, mantenimiento de líneas y redes de distribución, atención comercial de clientes, en las oficinas de Puerto Natales, Porvenir y Puerto Williams.



**Figura 10: Administraciones Zonales**

Las Administraciones Zonales son responsables en sus respectivas áreas zonales por la gestión técnica, comercial y administrativa del sistema. Lo que en particular comprende la ejecución de labores en situaciones de emergencia que se producen en los sistemas de distribución de energía. Programación, planificación, coordinación y ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo de las líneas y redes de la Empresa. Asimismo es responsable por la gestión del presupuesto y plan de inversiones.

También son responsables por la atención de clientes y recaudación de documentos de cobro en oficina comercial, además de controlar la incorporación y retiro de clientes. Asimismo de recaudar, controlar, contabilizar y elaborar informes, cuadraturas de caja de los valores recibidos por pago de los consumos de energía eléctrica de los usuarios. En el ámbito de control y gestión de deudas, efectúa cortes a clientes con deudas de consumos, controla el pago y solicita las reposiciones del servicio. Por otra parte controla y registra los equipos de medida, y además toma el estado de los medidores por consumos de energía de los clientes. Finalmente controla a los contratistas de lectura, reparto.

## Áreas de Servicio y Control

El área de Asistencia Legal tiene por misión dar asesoramiento legal e institucional al interno de la Empresa. En este sentido confecciona contratos e instrumentos jurídicos en general, contesta notas, intimaciones y reclamos en general, y asimismo recurren administrativamente las resoluciones de que merezcan algún tipo de objeción por parte de la Empresa.

El área de Auditoría Interna es responsable del desarrollo, ejecución y control de los programas de auditoría interna de la Empresa, tanto de carácter financiero contable como de procedimientos Administrativos. Asimismo apoya la labor de organismos fiscalizadores y auditores externos, a

fin de facilitar el desarrollo de sus revisiones, siendo responsable del seguimiento de la implementación de las recomendaciones efectuadas por los mismos.

El área de Servicios es una unidad de negocios externa a Edelmag que comercializa materiales eléctricos y desarrolla proyectos eléctricos. Dispone de dos funcionarios en relación de dependencia, los cuales desarrollan funciones de asistencia técnica y administrativa.

#### 4.4.2 Valorización y costos del personal

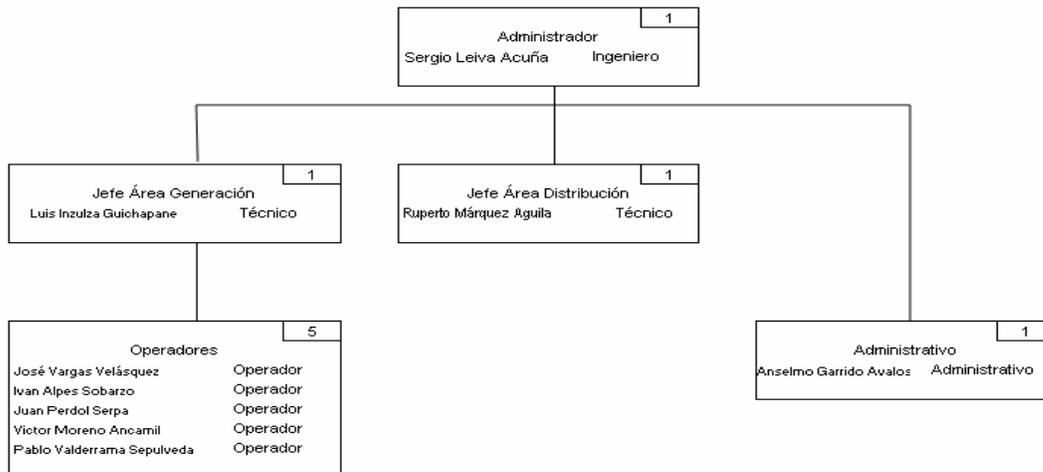
##### 4.4.2.1 Costos Directos

El consultor ha realizado el análisis crítico de los costos de personal de la Empresa existente sobre la base de un estudio de mercado de compensaciones realizado por la consultora especializada Ernst & Young, llevado a cabo durante el año 2006 con ocasión del estudio tarifario que en esa oportunidad se desarrolló para los otros tres Sistemas Medianos que administra Edelmag.

Los objetivos específicos del análisis crítico de los costos del personal, informados por Edelmag, son la comparación de los costos reales del personal de la empresa existente frente a los del mercado. Esta comparación se realiza para las siguientes clasificaciones:

- a) Cada categoría de personal.
- b) La nómina completa del personal de la Empresa.

Para este informe se utilizó la cantidad de empleados que surge del organigrama de Edelmag asociado al sistema de Puerto Williams, que se presenta a continuación:



**Figura 11: Organigrama Puerto Williams**

La descripción de las tareas que desarrollan los integrantes del organigrama de Puerto Williams, al año 2006, son las siguientes:

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Cargo trabajador</b> | <b>Administrador</b>  |
|                         | Sergio Leiva Acuña  |
| Área trabajo            | Puerto Williams   |
| Objetivo básico         | Administración de la localidad  |
| Tareas principales      | Gestión de la operación de la central generadora y sistema de distribución. Control y supervisión de los mantenimientos y reparaciones menores de las unidades generadoras. Administración de mantenimiento de redes, control de equipos de medida, desarrollo y control de obras. Administración técnica y comercial de clientes |
| Responsabilidades       | Gestión administrativa, técnica y comercial de la Administración.   |
| Profesión recomendada   | Ingeniero Electricista  |
| Dependencia             | Gerente General   |
| Supervisión             | 2 Asistente técnico<br>1 Administrativo II  |

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Cargo trabajador</b> | <b>Administrativo II</b>  |
|                         | Anselmo Garrido Avalos  |
| Área trabajo            | Puerto Williams   |
| Objetivo básico         | Atención comercial de clientes  |
| Tareas principales      | Atención de clientes. Atención de caja. Labores administrativas relacionadas con personal |
| Responsabilidades       | Atención de clientes  |
| Profesión recomendada   | Técnico Administración de Empresas  |
| Dependencia             | Administrador   |
| Supervisión             | No tiene  |

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Cargo trabajador</b> | <b>Asistente técnico, Jefe área de generación</b>                                   |
|                         | Luis Inzulza Guichapane   |
| Área trabajo            | Puerto Williams   |
| Objetivo básico         | Programar y supervisar la operación y mantención de los equipos de generación.      |
| Tareas principales      | Apoya en labores de mantención de los turbogeneradores. Supervisa a los operadores. |
| Responsabilidades       | Mantención y operación de la Central  |
| Profesión recomendada   | Técnico Universitario mención Electromecánica                                       |
| Dependencia             | Administrador   |
| Supervisión             | 5 operadores II   |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Cargo trabajador</b> | <b>Asistente Técnico, Jefe Área Distribución</b>   |
|                         | Ruperto Márquez Aguila   |
| Área trabajo            | Puerto Williams  |
| Objetivo básico         | Programar y ejecutar mantención de redes y equipos de distribución.  |
| Tareas principales      | Efectúa mantención de redes y equipos de distribución.<br>Efectúa conexión y reconexión de clientes por deuda.<br>Reemplaza al Administrador |
| Responsabilidades       | Mantención de redes y equipos de distribución.   |
| Profesión recomendada   | Técnico Universitario mención Electromecánica  |
| Dependencia             | Administrador  |
| Supervisión             | No tiene   |

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Cargo trabajador</b> | <b>Operador II</b>  |
|                         | J.Pedrol, I.Alpes, V. Moreno, J.Vargas, P. Valderrama   |
| Área trabajo            | Puerto Williams   |
| Objetivo básico         | Operación unidades generadoras  |
| Tareas principales      | Despacha las unidades generadoras de acuerdo a lo programado por el Departamento Planificación Generación. Controla el adecuado funcionamiento de las unidades generadoras. Emite informes diarios de producción. |
| Responsabilidades       | Operación unidades generadoras  |
| Profesión recomendada   | Técnico Universitario mención Electromecánica   |
| Dependencia             | Asistente Técnico   |
| Supervisión             | No tiene  |

En la siguiente tabla, se presenta los costos anuales del personal para Puerto Williams informados por Edelmag:

**Tabla 27: Costos Anuales Personal**

| <b>CARGO</b>   | <b>COMPENSACIÓN<br/>2006 (US\$)</b> |
|----------------|-------------------------------------|
| Administrativo | 14.077                              |
| Ingeniero      | 46.018                              |
| Operador A     | 15.419                              |
| Operador B     | 13.359                              |
| Operador C     | 16.567                              |
| Operador D     | 15.937                              |
| Operador E     | 14.902                              |
| Técnico A      | 20.942                              |
| Técnico B      | 23.072                              |

Utilizando la clasificación estadística de las compensaciones realizada por Ernst & Young, el personal asignado a Puerto Williams, se clasifica como se indica a continuación:

**Tabla 28: Clasificación Jerárquica del personal de Puerto Williams**

| NOMBRE         | NIVEL JERÁRQUICO |
|----------------|------------------|
| Administrativo | N8aa             |
| Ingeniero      | N4               |
| Operador A     | N-8aaaa          |
| Operador B     | N-8aaaa          |
| Operador C     | N-8aaaa          |
| Operador D     | N-8aaaa          |
| Operador E     | N-8aaaa          |
| Técnico A      | 7a               |
| Técnico B      | 7a               |

Con esta clasificación, se puede realizar el análisis crítico de los precios informados por Edelmag, ya que se puede realizar la comparación con las compensaciones de mercado establecidas en el estudio de Ernst & Young, a nivel de la categoría del personal, como de la nómina completa del personal. Se presenta en la siguiente tabla, la comparación a nivel de promedio de compensaciones mensuales, de lo informado por Edelmag y lo entregado por Ernst & Young:

**Tabla 29: Comparación compensaciones. Edelmag v/s Estudio mercado de Ernst & Young**

| NIVEL JERÁRQUICO      | COMPENSACION PROMEDIO MENSUAL (US\$) |                             |
|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
|                       | INFORMACION EDELMAG                  | INFORMACIÓN "ERNST & YOUNG" |
| N8aa (Administrativo) | 1.173                                | 1.204                       |
| N4 (Ingeniero)        | 3.835                                | 5.039                       |
| N8aaaaa (operador)    | 1.270                                | 1.867                       |
| N7a (Técnico)         | 1.834                                | 2.553                       |

Los valores del estudio de Ernst & Young representan cifras de Diciembre del año 2004 llevada a Diciembre de 2006. Para el cambio en la referencia de fecha se utilizó el índice general publicado por el INE. Este índice refleja la evolución mensual de las variables de remuneración para empresas de más de 10 trabajadores, con distintos niveles de desagregación. En el estudio se trabajó con el nivel desagregado por actividad económica, utilizando el índice para empresas de electricidad, gas y agua.

Se observa en la tabla anterior, que las compensaciones pagadas por Edelmag en el sistema de Puerto Williams se encuentran, por lo general, por debajo de las compensaciones del mercado al año 2006.

Con la información entregada por Edelmag a Systep y la visita que Systep realizó a Puerto Williams, se realizó la asignación que tiene cada personal a las áreas de generación, transmisión y distribución. La siguiente tabla muestra tal asignación y el costo total que incurre Edelmag por concepto de costo de personal:

**Tabla 30 : Asignación Personal**

| CARGO          | PORCENTAJE ASIGNACIÓN |      |    |
|----------------|-----------------------|------|----|
|                | DX                    | GX   | TX |
| Administrativo | 50%                   | 50%  | 0% |
| Ingeniero      | 50%                   | 50%  | 0% |
| Operador A     | 0%                    | 100% | 0% |
| Operador B     | 0%                    | 100% | 0% |
| Operador C     | 0%                    | 100% | 0% |
| Operador D     | 0%                    | 100% | 0% |
| Operador E     | 0%                    | 100% | 0% |
| Técnico A      | 0%                    | 100% | 0% |
| Técnico B      | 100%                  | 0%   | 0% |

**Tabla 31: Costos Anual Personal de Puerto Williams por Segmento**

| COSTOS PERSONAL (US\$) |         |
|------------------------|---------|
| GENERACIÓN             | 127.173 |
| TRANSMISIÓN            | -       |
| DISTRIBUCIÓN           | 53.119  |

#### 4.4.2.2 Costos Indirectos

Los costos indirectos de personal corresponden a la porción de los costos de personal de la administración central de la empresa, que se asignan al Sistema Mediano Puerto Williams. La determinación de los valores correspondientes a este ítem fue hecha a partir de la modelación de los costos de personal llevada a cabo con ocasión del Estudio de Planificación y Tarifación de Sistemas Medianos de Edelmag, realizado por el consultor en junio de 2006.

En relación a los costos de personal, en el citado documento se informan las siguientes cifras:

- Costo total de personal = M\$ 2.072.906 (pesos de 2004). Esta cifra incluye el 100% del personal de la oficina central (esto es, el costo de administrar toda la empresa) pero no incluye el costo del personal directo de Puerto Williams)
- Costo de personal asignado a los sistemas medianos Punta Arenas, Puerto Natales y Porvenir = M\$ 1.972.407 (pesos de 2004).

En consecuencia, la diferencia entre los dos valores indicados (M\$ 100,499) corresponde al costo indirecto de personal asociado a la gestión de Puerto Williams, tanto para generación como para distribución.

Por otra parte, el citado documento informa la asignación de los costos indirectos de explotación de Puerto Williams entre generación, transmisión y distribución en las proporciones 41% y 59%, respectivamente.

De acuerdo con lo anterior, los costos indirectos que deben ser incluidos en el presente estudio son de M\$ 41.205 (pesos de 2004), que corregidos por la variación del índice de remuneraciones de la actividad económica electricidad, gas y agua, que entre diciembre de 2004 y diciembre de

2006 alcanza a 1,116429, da por resultado un costo indirecto de personal asociado a la actividad de generación en Puerto Williams, en moneda de diciembre de 2006, de M\$ 46.002, que expresado en dólares equivale a US\$ 87.200.

## **4.5 Valorización de los gastos fijos anuales**

### **4.5.1 Naturaleza de los Gastos Fijos**

Las bases técnicas del Estudio establecen que a partir del análisis crítico de la información que entregue la Empresa el consultor deberá determinar y valorizar los gastos fijos anuales de operación, mantenimiento, administración y comercialización de las instalaciones de generación y transmisión de la empresa existente al año 2006.

Dentro de los gastos fijos se encuentran los gastos de personal directo e indirecto identificados en el literal h) de las bases, cuyo detalle y valorización se presenta en la sección 4.4.

El resto de los costos denominados fijos son aquellos que se producen con independencia del volumen de energía generado y distribuido por la Empresa. Estos se agrupan de la siguiente forma:

- Gastos de oficina
- Seguros, impuestos, tasas y contribuciones
- Alquileres, limpieza, y vigilancia.
- Movilización del personal,
- Relaciones con la comunidad
- Honorarios profesionales
- Gastos de informática

### **4.5.2 Gastos fijos directos**

#### **4.5.2.1 Gastos fijos directos totales**

En el cuadro siguiente se muestra la información de gastos fijos directos asociados al Sistema Mediano Puerto Williams proporcionada por la empresa. Se han excluido los ítems de combustibles y lubricantes para la generación de las máquinas, y todos los costos de remuneraciones; ambas partidas son objeto de tratamiento específico en el estudio. El informe fue confeccionado basándose en la información presentada por la Empresa.

**Tabla 32: Gastos Fijos Asignados Puerto Williams**

Incluye Generación y Distribución, gastos fijos y variables  
No incluyen gastos de personal ni combustibles y lubricantes para generación

|                                   | Monto informado (MUS\$)        |               |
|-----------------------------------|--------------------------------|---------------|
| REPUESTOS NACIONALES CENTRAL      | 13,74                          |               |
| REPUESTOS IMPORTADOS CENTRAL      | 0,85                           |               |
| MATERIALES DE OFICINA             | 0,45                           |               |
| MATERIALES DIVERSOS               | 3,35                           |               |
| COMBUST. Y LUBRIC. VEHICULOS      | 6,43                           |               |
| GAS PARA VEHICULOS                | 0,29                           |               |
| MAT. COMPUTACION                  | 0,24                           |               |
| ROPA TRABAJO Y SEGURIDAD          | 1,46                           |               |
| MAT. MANT. ESTRUCTURAS            | 0,47                           |               |
| MAT. MANT. CONDUCTORES            | 0,07                           |               |
| MAT. MANT. EDIFICIOS              | 6,34                           |               |
| MAT. MANT. EQUIPOS                | 5,56                           |               |
| MAT. MANT. EMPALMES               | 0,05                           |               |
| MATERIALES DE ASEO                | 0,35                           |               |
| MATERIALES PARA VEHICULOS         | 0,82                           |               |
| OTROS ARRIENDOS                   | 0,79                           |               |
| MANTENC. EDIFICIOS Y CONSTRUCCIO  | 4,34                           |               |
| MANTENC. MAQUINARIAS Y EQUIPOS    | 26,49                          |               |
| MANTENC. VEHICULOS                | 0,49                           |               |
| MANTENCION EXTINTORES             | 0,26                           |               |
| MANTENC. DIVERSAS                 | 0,73                           |               |
| REPARAC. MAQUINARIAS Y EQUIPOS    | 0,18                           |               |
| REPARAC. VEHICULOS                | 0,06                           |               |
| DAÑOS ARTEFACTOS DE TERCEROS      | 0,63                           |               |
| DAÑOS ARTEF. TERCEROS (ASESORIAS) | 0,07                           |               |
| SERVICIO DE AGUA                  | 0,35                           |               |
| SERVICIO DE GAS                   | 5,01                           |               |
| TELECOMUNICACIONES                | 4,17                           |               |
| CORREO                            | 0,46                           |               |
| SERVICIOS ADMINISTRATIVOS         | 0,38                           |               |
| ANALISIS DE LUBRICANTES           | 0,88                           |               |
| ASESORIAS TECNICAS                | 0,93                           |               |
| ASESORIAS DIVERSAS                | 1,18                           |               |
| FOTOCOPIAS                        | 0,00                           |               |
| SEGUROS VEHICULOS                 | 0,05                           |               |
| ASEO OFICINA Y DEPENDENCIAS       | 1,32                           |               |
| OTROS TRABAJOS                    | 2,20                           |               |
| SEGUROS MAQUINARIAS Y EDIFICIOS   | 1,50                           |               |
| SEGUROS PARA EL PERSONAL          | 0,25                           |               |
| PROFESORES Y RELADORES            | 0,06                           |               |
| REPARTO DE BOLETAS                | 0,05                           |               |
| ENLACE ENTEL                      | 2,68                           |               |
| DISPOSICION DE RESIDUOS PELIGROS  | 0,42                           |               |
| TELEFONIA CELULAR                 | 0,42                           |               |
| PASAJES                           | 9,44                           |               |
| GASTOS DESPLAZAMIENTO             | 7,89                           |               |
| VIATICOS                          | 0,02                           |               |
| FLETES                            | 6,12                           |               |
| OTROS GASTOS VARIOS               | 0,69                           |               |
| GASTOS NOTARIALES                 | 0,24                           |               |
| LIBROS, REVISTAS Y DIARIOS        | 1,01                           |               |
| CAPACITACION                      | 1,54                           |               |
| ANIVERSARIO EMPRESA               | 2,76                           |               |
| COLACIONES                        | 0,29                           |               |
| <b>Costo Anual</b>                | <b>(MUS\$/año) al 31/12/06</b> | <b>126,80</b> |

---

#### 4.5.2.2 Pertinencia de Gastos

Entre los costos mostrados en el cuadro anterior se aprecia por una parte que hay partidas que claramente corresponden a la actividad de distribución, tales como Mantenimiento de empalmes y reparto de boletas, y se observa también que hay partidas de gastos que en este estudio son consideradas dentro de los costos variables no combustibles de las unidades generadoras, tales como Repuestos para la central, nacionales e importados. En esta etapa del cálculo se eliminó las partidas consideradas no pertinentes por los dos conceptos señalados.

#### 4.5.2.3 Asignación a Generación

En el cuadro que se presenta a continuación se muestra el resultado del análisis del consultor respecto de las partidas que se incluyen en los Gastos Fijos asociados a la generación del Sistema Mediano Puerto Williams, luego de depurado de las partidas no pertinentes y de ponderado por la asignación entre generación y distribución. Para asignar los costos totales entre generación y distribución se usó los criterios que se indican a continuación:

- Los costos asociados a personal se asignaron en función de la cantidad de personas de cada actividad, esto es, 7 a generación, de un total de 9.
- Los costos asociados a asesorías técnicas especializadas se asignaron completamente a generación, por corresponder a la situación real.
- Finalmente, los costos que no califican según lo arriba indicado fueron asignados en partes iguales a generación y distribución, por considerarse que ambas tienen igual relevancia en los resultados de la gestión.

Por último, se computó también como costo anual el valor equivalente a 1/3 del costo asociado al estudio de tarificación de Sistemas Medianos, que por ley debe hacer la empresa regularmente. En esta ocasión se consideró una vigencia de 3 años en lugar de 4, debido a que las bases técnicas del estudio establecen el primer valor como período de vigencia de las tarifas resultantes.

**Tabla 33 : Gastos Fijos asignados a Puerto Williams**

Sólo incluye gastos fijos asignados a Generación

No incluyen gastos de personal ni combustibles y lubricantes para generación

|                   |   | asignación                     | Monto asignado (MUS\$) |              |
|-------------------|---|--------------------------------|------------------------|--------------|
|                   | REPUESTOS NACIONALES CENTRAL              | 50%                            | -                      |              |
|                   | REPUESTOS IMPORTADOS CENTRAL              | 50%                            | -                      |              |
|                   | MATERIALES DE OFICINA                     | 72%                            | 0,32                   |              |
|                   | MATERIALES DIVERSOS                       | 72%                            | 2,42                   |              |
|                   | COMBUST. Y LUBRIC. VEHICULOS              | 50%                            | 3,21                   |              |
|                   | GAS PARA VEHICULOS                        | 50%                            | -                      |              |
|                   | MAT. COMPUTACION                          | 72%                            | 0,18                   |              |
|                   | ROPA TRABAJO Y SEGURIDAD                  | 72%                            | 1,05                   |              |
|                   | MAT. MANT. ESTRUCTURAS                    | 50%                            | -                      |              |
|                   | MAT. MANT. CONDUCTORES                    | 50%                            | -                      |              |
|                   | MAT. MANT. EDIFICIOS                      | 72%                            | 4,58                   |              |
|                   | MAT. MANT. EQUIPOS                        | 50%                            | -                      |              |
|                   | MAT. MANT. EMPALMES                       | 50%                            | -                      |              |
|                   | MATERIALES DE ASEO                        | 72%                            | 0,26                   |              |
|                   | MATERIALES PARA VEHICULOS                 | 50%                            | 0,41                   |              |
|                   | OTROS ARRIENDOS                           | 72%                            | 0,57                   |              |
|                   | MANTENC. EDIFICIOS Y CONSTRUCCIO          | 72%                            | 3,14                   |              |
|                   | MANTENC. MAQUINARIAS Y EQUIPOS            | 50%                            | -                      |              |
|                   | MANTENC. VEHICULOS                        | 50%                            | 0,24                   |              |
|                   | MANTENCION EXTINTORES                     | 72%                            | 0,19                   |              |
|                   | MANTENC. DIVERSAS                         | 72%                            | 0,53                   |              |
|                   | REPARAC. MAQUINARIAS Y EQUIPOS            | 50%                            | 0,09                   |              |
|                   | REPARAC. VEHICULOS                        | 50%                            | 0,03                   |              |
|                   | DAÑOS ARTEFACTOS DE TERCEROS              | 50%                            | -                      |              |
|                   | DAÑOS ARTEF. TERCEROS (ASESORIAS)         | 50%                            | -                      |              |
|                   | SERVICIO DE AGUA                          | 72%                            | 0,25                   |              |
|                   | SERVICIO DE GAS                           | 72%                            | 3,62                   |              |
| Gastos Corrientes | TELECOMUNICACIONES                        | 72%                            | 3,01                   |              |
|                   | CORREO                                    | 72%                            | 0,33                   |              |
|                   | SERVICIOS ADMINISTRATIVOS                 | 72%                            | 0,27                   |              |
|                   | ANALISIS DE LUBRICANTES                   | 50%                            | -                      |              |
|                   | ASESORIAS TECNICAS                        | 100%                           | 0,93                   |              |
|                   | ASESORIAS DIVERSAS                        | 100%                           | 1,18                   |              |
|                   | FOTOCOPIAS                                | 72%                            | 0,00                   |              |
|                   | SEGUROS VEHICULOS                         | 50%                            | 0,02                   |              |
|                   | ASEO OFICINA Y DEPENDENCIAS               | 72%                            | 0,96                   |              |
|                   | OTROS TRABAJOS                            | 72%                            | 1,59                   |              |
|                   | SEGUROS MAQUINARIAS Y EDIFICIOS           | 50%                            | 0,75                   |              |
|                   | SEGUROS PARA EL PERSONAL                  | 72%                            | 0,18                   |              |
|                   | PROFESORES Y RELATORES                    | 72%                            | 0,05                   |              |
|                   | REPARTO DE BOLETAS                        | 50%                            | -                      |              |
|                   | ENLACE ENTEL                              | 72%                            | 1,93                   |              |
|                   | DISPOSICION DE RESIDUOS PELIGROS          | 100%                           | 0,42                   |              |
|                   | TELEFONIA CELULAR                         | 72%                            | 0,30                   |              |
|                   | PASAJES                                   | 100%                           | 9,44                   |              |
|                   | GASTOS DESPLAZAMIENTO                     | 100%                           | 7,89                   |              |
|                   | VIATICOS                                  | 100%                           | 0,02                   |              |
|                   | FLETES                                    | 100%                           | 6,12                   |              |
|                   | OTROS GASTOS VARIOS                       | 50%                            | 0,37                   |              |
|                   | GASTOS NOTARIALES                         | 72%                            | 0,17                   |              |
|                   | LIBROS, REVISTAS Y DIARIOS                | 72%                            | 0,73                   |              |
|                   | CAPACITACION                              | 50%                            | 0,77                   |              |
|                   | ANIVERSARIO EMPRESA                       | 50%                            | 1,38                   |              |
|                   | COLACIONES                                | 72%                            | 0,21                   |              |
|                   | ESTUDIO TARIFARIO SISTEMAS MEDIANOS (1/3) | 100%                           | 22,94                  |              |
|                   | <b>Costo Anual</b>                        | <b>(MUS\$/año) al 31/12/06</b> |                        | <b>83,04</b> |

### 4.5.3 Gastos Fijos Indirectos

Los gastos fijos indirectos corresponden a la porción de los gastos fijos de la administración central de la empresa, que se asignan al Sistema Mediano Puerto Williams. La determinación de los valores correspondientes a este ítem fue hecha a partir de la modelación de los costos fijos llevada a cabo con ocasión del Estudio de Planificación y Tarifación de Sistemas Medianos de Edelmag, realizado por el consultor en junio de 2006. En esa oportunidad se calculó los costos fijos totales que se usan de base para los cálculos del presente informe. En el citado documento se informan los siguientes Costos Fijos Indirectos Totales, que corresponden a los Costos Fijos Indirectos de Personal más los Gastos Fijos Indirectos:

- Costo Fijos Indirectos Totales = M\$ 1.822.800 (pesos de 2004). Esta cifra incluye el 100% del costo fijo de la oficina central (esto es, el costo de administrar toda la empresa) pero no incluye el costo fijo directo de Puerto Williams).
- Costo Fijos Indirectos asignado a los sistemas medianos Punta Arenas, Puerto Natales y Porvenir = M\$ 1.598.500 (pesos de 2004). Esta cifra corresponde al costo fijo asignado a los sistemas medianos que en la oportunidad se rarificaron.

En consecuencia, la diferencia entre los dos valores indicados (M\$ 224.300) corresponde al Costo Fijo Indirecto Total asociado a la gestión de Puerto Williams, tanto para generación como para distribución. Para obtener la componente de Gasto Fijo Indirecto no personal asociado a Puerto Williams, a esta cantidad se le resta los Costos Indirectos de personal calculados en la sección 4.4.2.2, el cual fue de M\$ 100.499 al 2004.

Al igual que para los costos de personal, el citado documento informa la asignación de los costos indirectos de explotación de Puerto Williams entre generación, transmisión y distribución en las proporciones 41% y 59% respectivamente.

De acuerdo con lo anterior, los costos indirectos que deben ser incluidos en el presente estudio son de M\$ 91.963, pesos del 2004. La componente de costo indirecto personal se corrige por la variación del índice de remuneraciones de la actividad económica electricidad, gas y agua, que entre diciembre de 2004 y diciembre de 2006 alcanza a 1,116429, y la componente de costos indirectos no personal se corrige por el IPC, que entre diciembre de 2004 y diciembre de 2006 alcanza a 1,063249, dando por resultado un costo indirecto de personal asociado a la actividad de generación en Puerto Williams, en moneda de diciembre del 2006, de M\$ 99.971, que expresados en dólares equivale a US\$ 189.5. El detalle se muestra a continuación:

**Tabla 34 : Detalle Cálculo Costos Indirectos**

|                            | Con PW<br>(M\$) | Solo PW<br>(M\$) | Sin PW<br>(M\$) | Asignación GT<br>(M\$) | GT<br>(M\$) | Corrección | GT Corregido<br>M\$ | GT<br>Corregido<br>(MU\$) |
|----------------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------------|-------------|------------|---------------------|---------------------------|
| Costo de personal          | 2.072.906       | 100.499          | 1.972.407       | 41%                    | 41.205      | 1,116429   | 46.002              | 87,2                      |
| Infraestructura y Terrenos | 5.118.356       | -                | 5.118.356       |                        |             |            |                     |                           |
| Gastos fjos anuales        | 1.822.800       | 123.801          | 1.698.999       | 41%                    | 50.758      | 1,063249   | 53.969              | 102,3                     |
| <b>Total</b>               |                 | 224.300          |                 |                        | 91.963      |            | 99.971              | 189,5                     |

#### 4.6 Valorización de la empresa

De acuerdo a la valorización llevada a cabo por el consultor, presentada en los Capítulos 4 a 4.5, se obtiene los resultados globales obtenidos a nivel de Empresa para el año 2006 que se presentan a continuación.

Se muestra en primer lugar el resumen de la valorización de los activos asociados a la actividad de generación en el Sistema Mediano Puerto Williams.

**Tabla 35: Resumen de valorización de activos fijos en el sistema de Puerto Williams**

|  | MUS\$          |
|--|----------------|
| Valorización de Unidades generadoras               | 1.227,9        |
| Valorización de subestación elevadora              | 251,5          |
| A) Valorización de Edificios (incluyendo terrenos) | 844,9          |
| B) Valorización vehículos                          | 90,9           |
| C) Valorización otros equipos                      | 331,1          |
| E) Otros   | -              |
| <b>Total Costos VI</b>                             | <b>2.746,3</b> |

Los gastos que incurre la Empresa anualmente son mostrados en la Tabla 36. Dentro de estos gastos se consideran los de costos fijos y los gastos variables.

**Tabla 36: Resumen de valorización total de gastos anuales de Puerto Williams**

|   |                |
|---|----------------|
| Costos variables de generación: combustibles      | 674,1          |
| Costos variables no combustibles                  | 80,6           |
| Costos fijos personal                             |                |
| personal local                                    | 127,2          |
| oficina central                                   | 87,2           |
| Costos fijos no personal                          |                |
| costos locales                                    | 83,0           |
| oficina central (incluye oficinas y equipamiento) | 102,3          |
| <b>Total Costos de COMA</b>                       | <b>1.154,4</b> |

---

## 5 PROYECCIÓN DE DEMANDA

El presente capítulo presenta los resultados obtenidos tras la proyección de demanda en la localidad de Puerto Williams.

### 5.1 Antecedentes

El sistema eléctrico de Puerto Williams abastece principalmente a tres tipos de consumidores; pequeños clientes, consumos asociados a la Armada de Chile y grandes clientes, quienes representan cerca de un 24%, 29% y 47% de la energía facturada al año 2006, respectivamente. El detalle de la contribución de cada cliente al total facturado se detalla en el Anexo: Proyección de demanda.

Debido a lo anterior, la demanda de energía y potencia del sistema completo se ve afectada básicamente por el comportamiento y decisiones de los grandes consumidores y de la Armada. Es por esta razón que cualquier metodología clásica para la proyección de demanda, como por ejemplo métodos de regresión o series de tiempo, no resulta apropiada.

### 5.2 Metodología

Para proyectar la demanda de energía del sistema de Puerto Williams se estimó la tasa de crecimiento para cada uno de los grandes clientes, fiscales (Armada y Municipales) y residenciales, considerando la situación actual de cada uno de ellos y sus proyecciones futuras. A partir de ello, se determina la tasa de crecimiento del sistema a nivel agregado para cada año dentro del horizonte de estudio.

En particular, se consideraron los siguientes supuestos:

- La demanda de CIDEPES y CONCAR es nula a partir del año 2008, dada la incertidumbre acerca de su futura operación.
- La tasa de crecimiento de consumo de energía de la Municipalidad y la empresa Productos Marinos se fijó en 4%.
- Debido a una disminución de cogeneración, la meseta y muelle de la Armada incrementan gradualmente su consumo desde el 2009 hasta el 2011, en que alcanzan sus máximos históricos, para posteriormente crecer a una tasa del 2%.
- La tasa de crecimiento de la Radio Estación Naval de la Armada y del Aeródromo se fijó en 2%.
- La demanda de la empresa de Telecomunicaciones permanece inalterada.
- Los funcionarios de la Armada y los consumidores residenciales incrementan su consumo de energía a una tasa de 3%.
- El consumo asociado a alumbrado público permanece constante a sus niveles de 2007 a lo largo del período de estudio, debido a que no se tiene conocimiento sobre nuevos proyectos de luminarias.

- El factor de carga del sistema crece con una pendiente igual a la del sistema de Porvenir, es decir, 0,001 anual. Se consideró como factor de carga inicial el promedio simple de los factores de carga del período 2002 – 2007.

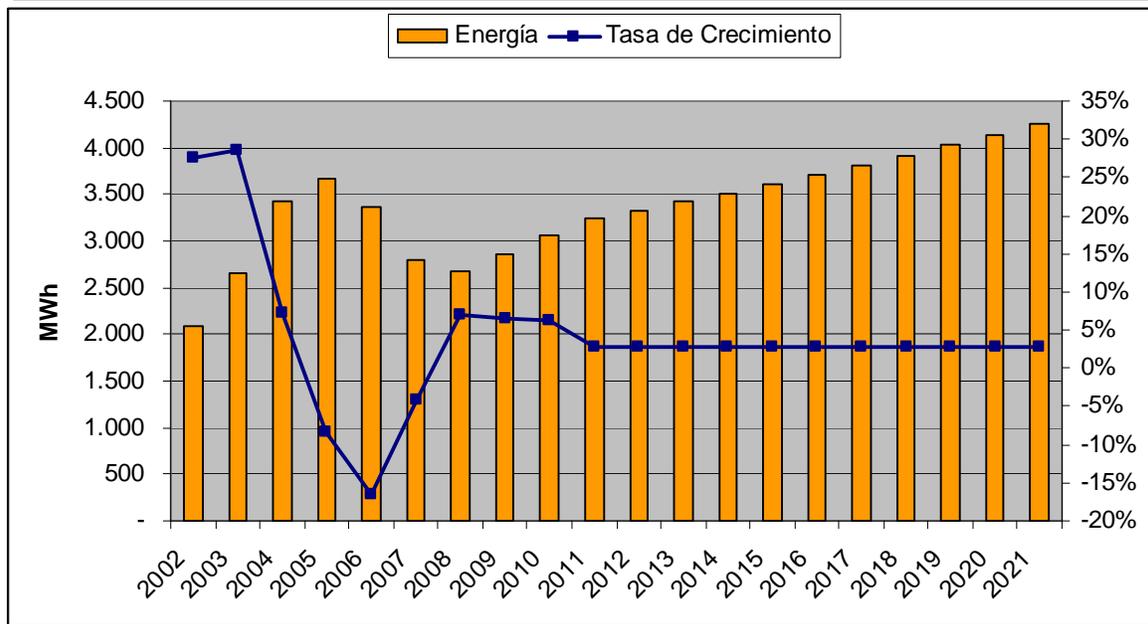
### 5.3 Resultados Obtenidos

En base a los supuestos realizados, y considerando la información de facturación y producción proporcionada por la empresa, se obtiene la siguiente proyección de demanda.

**Tabla 37: Resultados de la proyección de la demanda de energía y potencia anual en Puerto Williams.**

| Año  | Energía (MWh) | Potencia (kW) | Factor de Carga |
|------|---------------|---------------|-----------------|
| 2007 | 2.799         | 703           | 0,4545          |
| 2008 | 2.680         | 655           | 0,4674          |
| 2009 | 2.865         | 698           | 0,4684          |
| 2010 | 3.051         | 742           | 0,4695          |
| 2011 | 3.240         | 786           | 0,4705          |
| 2012 | 3.329         | 806           | 0,4716          |
| 2013 | 3.420         | 826           | 0,4726          |
| 2014 | 3.514         | 847           | 0,4737          |
| 2015 | 3.611         | 868           | 0,4747          |
| 2016 | 3.711         | 890           | 0,4758          |
| 2017 | 3.814         | 913           | 0,4768          |
| 2018 | 3.920         | 936           | 0,4779          |
| 2019 | 4.030         | 961           | 0,4789          |
| 2020 | 4.143         | 985           | 0,4800          |
| 2021 | 4.259         | 1.011         | 0,4810          |

A continuación, la Figura 12 muestra gráficamente los datos históricos de consumo del período 2002 – 2007, junto con la proyección de energía y tasa de crecimiento para el período 2008 – 2021 en el sistema de Puerto Williams.



**Figura 12: Consumo histórico y proyección de demanda de energía en Puerto Williams**

La potencia se ha proyectado utilizando la información de la energía estimada y el factor de carga, el cual relaciona la energía consumida con la demanda máxima de un año. En general, el factor de carga tiende a aumentar con el tiempo, observándose un crecimiento aproximadamente lineal. En definitiva, el factor de carga ha sido proyectado para los años siguientes con una tasa de largo plazo idéntica a la obtenida para el sistema Porvenir. La siguiente ecuación relaciona la potencia máxima con la energía total consumida.

$$P_{MAX}(t) = \frac{E(t)}{f_c(t) \cdot 8760}$$

Donde,

$P_{MAX}(t)$  : Potencia máxima del año t expresada en MW.

$E(t)$  : Energía consumida en el año t expresada en MWh.

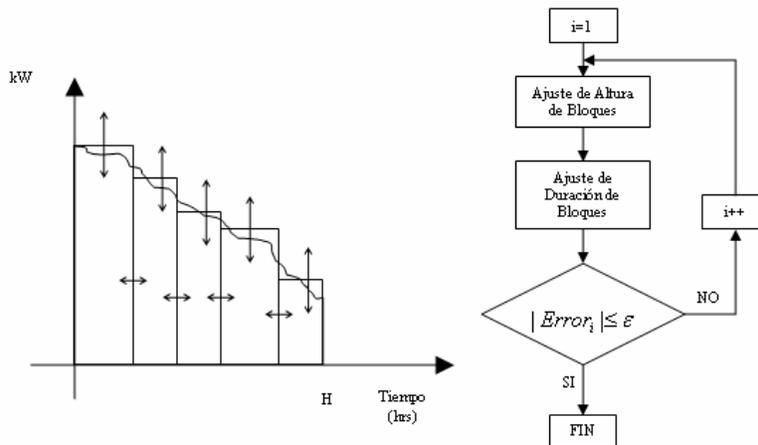
$f_c(t)$  : Factor de carga del año t.

La proyección mensual, tanto de energía como potencia, se realizó mediante factores de modulación del consumo. Dichos factores fueron obtenidos tras el análisis de datos del año 2006. El resultado de la proyección mensual se presenta en el Anexo: Proyección de demanda.

#### 5.4 Estimación de la curva de duración mensual con 5 escalones horarios de potencia.

La curva de duración mensual se realizó con 5 escalones de resolución. Debido a la falta de información histórica, se consideraron datos de operación informados por la empresa sólo para el año 2006, con objeto de determinar la forma de la curva de duración. La altura del primer bloque se determinó como el valor de la demanda máxima del mes, mientras que su ancho o duración corresponde a las horas en que la demanda se situó por sobre el 95% de la demanda máxima mensual.

La discretización de la curva de duración se realizó por medio de la aplicación de la metodología de mínimos cuadrados, con el fin de minimizar el error cuadrático de la aproximación por bloques con respecto a la curva continua de duración. Dado que el ajuste de la curva discretizada se realiza tanto al valor de altura del bloque como a su duración, se implementó un proceso de programación dinámica para minimizar el error. La siguiente figura ilustra el proceso de ajuste descrito anteriormente.



**Figura 13: Metodología de discretización de curva de duración**

Producto del procedimiento anterior, se obtuvieron los coeficientes de forma que se utilizarán para modular los valores de energía y potencia mensuales proyectados. De esta forma, es posible obtener las curvas de duración mensual para todo el periodo en análisis. Es importante mencionar que la modulación se realiza con el fin de obtener una consistencia entre los valores proyectados de energía y potencia, por lo cual es necesario realizar un proceso compuesto de dos etapas:

- Ajuste a la demanda de energía, mediante el área bajo la curva de duración.
- Ajuste de la potencia máxima, mediante el escalonamiento en altura de la curva, conservando su valor promedio

Al aplicar factores de forma referidos a cada mes, se conserva la estacionalidad histórica de la demanda total. Los resultados obtenidos del procedimiento anterior se presentan en la

Tabla 32. El Anexo: Proyección de demanda, expone las tablas para cada una de las curvas de duración mensual.

**Tabla 38: Resultados de la determinación de la curva de duración mensual con 5 bloques.**

| CURVA DE DURACION AJUSTADA EN 5 BLOQUES |        |                |                |           |
|---|--------|----------------|----------------|-----------|
| Mes                                     | Bloque | Duración (Hrs) | Posicion (Hrs) | % Pot Máx |
| Enero                                   | 1      | 5              | 5              | 100%      |
|   | 2      | 161            | 166            | 84%       |
|   | 3      | 223            | 389            | 75%       |
|   | 4      | 204            | 593            | 67%       |
|   | 5      | 151            | 744            | 57%       |
| Febrero                                 | 1      | 1              | 1              | 100%      |
|   | 2      | 110            | 111            | 79%       |
|   | 3      | 164            | 275            | 66%       |
|   | 4      | 240            | 515            | 54%       |
|   | 5      | 157            | 672            | 44%       |
| Marzo                                   | 1      | 1              | 1              | 100%      |
|   | 2      | 173            | 174            | 80%       |
|   | 3      | 217            | 391            | 67%       |
|   | 4      | 184            | 575            | 55%       |
|   | 5      | 169            | 744            | 44%       |
| Abril                                   | 1      | 1              | 1              | 100%      |
|   | 2      | 150            | 151            | 74%       |
|   | 3      | 188            | 339            | 62%       |
|   | 4      | 176            | 515            | 51%       |
|   | 5      | 205            | 720            | 39%       |
| Mayo                                    | 1      | 2              | 2              | 100%      |
|   | 2      | 241            | 243            | 76%       |
|   | 3      | 253            | 496            | 62%       |
|   | 4      | 151            | 647            | 49%       |
|   | 5      | 97             | 744            | 32%       |
| Junio                                   | 1      | 12             | 12             | 100%      |
|   | 2      | 185            | 197            | 84%       |
|   | 3      | 224            | 421            | 71%       |
|   | 4      | 206            | 627            | 58%       |
|   | 5      | 93             | 720            | 36%       |
| Julio                                   | 1      | 5              | 5              | 100%      |
|   | 2      | 183            | 188            | 80%       |
|   | 3      | 219            | 407            | 66%       |
|   | 4      | 240            | 647            | 53%       |
|   | 5      | 97             | 744            | 32%       |
| Agosto                                  | 1      | 1              | 1              | 100%      |
|   | 2      | 179            | 180            | 69%       |
|   | 3      | 195            | 375            | 57%       |
|   | 4      | 213            | 588            | 49%       |
|   | 5      | 156            | 744            | 41%       |
| Septiembre                              | 1      | 1              | 1              | 100%      |
|   | 2      | 95             | 96             | 74%       |
|   | 3      | 221            | 317            | 61%       |
|   | 4      | 215            | 532            | 53%       |
|   | 5      | 188            | 720            | 45%       |
| Octubre                                 | 1      | 4              | 4              | 100%      |
|   | 2      | 132            | 136            | 80%       |
|   | 3      | 207            | 343            | 66%       |
|   | 4      | 208            | 551            | 57%       |
|   | 5      | 193            | 744            | 49%       |
| Noviembre                               | 1      | 1              | 1              | 100%      |
|   | 2      | 134            | 135            | 76%       |
|   | 3      | 193            | 328            | 67%       |
|   | 4      | 209            | 537            | 59%       |
|   | 5      | 183            | 720            | 49%       |
| Diciembre                               | 1      | 1              | 1              | 100%      |
|   | 2      | 135            | 136            | 58%       |
|   | 3      | 174            | 310            | 48%       |
|   | 4      | 198            | 508            | 41%       |
|   | 5      | 236            | 744            | 34%       |

---

## 6 PLAN DE EXPANSIÓN ÓPTIMO EN GENERACIÓN

A continuación se expone la metodología utilizada para la determinación del Plan de Expansión Óptimo en Generación, así como los datos de entrada y supuestos realizados.

### *6.1 Metodología General de Planificación de expansión de unidades de generación*

#### **6.1.1 Etapa 1: Planificación con consideraciones Económicas**

En primer lugar, se realiza la planificación de expansión de las unidades de generación a través del modelo Optgen. Este modelo realiza una planificación en base a la minimización del costo actualizado de inversión, operación y falla, durante un horizonte de tiempo definido por el usuario y considerando una modelación de la demanda en hasta 5 bloques. Además, se calcula el despacho de las unidades.

#### **6.1.2 Etapa 2: Planificación con consideraciones de seguridad**

Una vez que se ha definido un cronograma óptimo de inversiones en generación, de acuerdo a consideraciones económicas de suficiencia, se realiza un análisis respecto a la seguridad otorgada por el sistema determinado.

Al respecto, se ha considerado como mínima medida de seguridad un criterio N-1 estricto, que posibilite al sistema tener suficiencia de generación en el peor caso, es decir, en situación de demanda de punta anual y ante la salida de la unidad de mayor tamaño.

Para realizar lo expuesto, se examina el cronograma obtenido según la Etapa 1, calculándose la reserva fría existente<sup>7</sup> para cada año y determinándose la reserva fría mínima necesaria para cumplir con criterio N-1. Esta reserva fría debe ser por lo menos igual a la potencia de la mayor unidad existente cada año en el sistema.

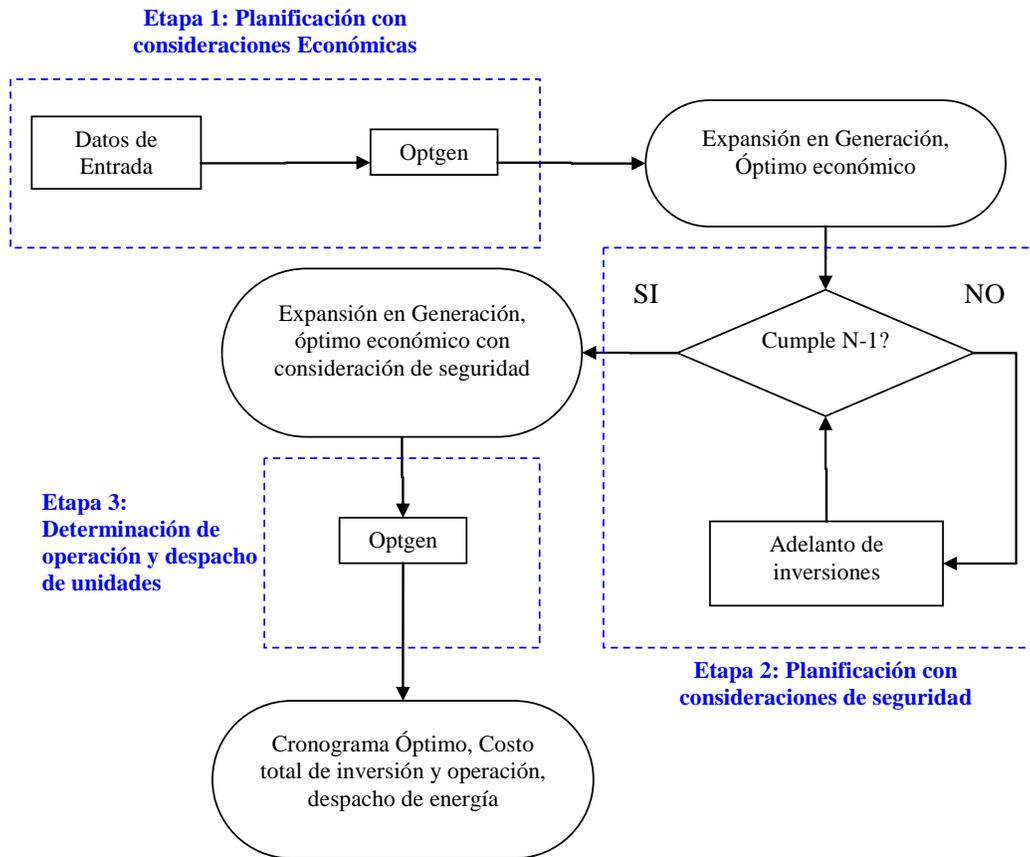
Bajo esta consideración, al observar el no cumplimiento de la capacidad de reserva fría mínima para el criterio N-1, se procede a adelantar algunas inversiones del plan de expansión determinado en la Etapa 1 hasta que se obtenga la reserva fría mínima necesaria en cada año. Esto podría requerir, que en algunos casos, se debiese incorporar en los últimos años del período de planificación una unidad adicional a las determinadas preliminarmente en la Etapa 1.

#### **6.1.3 Etapa 3: Determinación de la Operación de las unidades**

Se determinan el despacho de energía y los costos de operación de las unidades definidas en el plan de expansión, siempre y cuando el resultado obtenido en la Etapa 1 hubiese sido modificado por razones de seguridad en la Etapa 2, en caso contrario, el despacho y costos de operación asociados, se mantienen inalterados desde la Etapa 1.

---

<sup>7</sup> Potencia instalada menos demanda máxima anual



**Figura 14: Esquema de metodología general de planificación de expansión en generación**

## 6.2 Planificación con consideraciones económicas: Software de Planificación

Para el desarrollo del Plan de Expansión Óptimo en Generación se ha utilizado el software de planificación del sistema de generación Optgen, desarrollado por la empresa consultora Power System Research (PSR).

Este programa ha sido utilizado en diversos procesos de planificación de la generación de sistemas eléctricos de potencia, entre los cuales se encuentran el proceso de planificación de la generación en el sistema eléctrico de Brasil para el período 2004-2015, de Venezuela para el horizonte de planificación 2002-2010. Se debe destacar que en Chile se utilizó en el Estudio de Planificación y Tarifación de los Sistemas Medianos para Edelmag, particularmente en los subsistemas de Punta Arenas, Puerto Natales y Porvenir, para el período de planificación comprendido entre el año 2004 y 2018.

Entre las principales características del programa se incluyen:

- Determinación del cronograma óptimo de inversiones en generación que minimiza el costo de inversión, operación y falla.

- 
- Posibilidad de considerar proyectos de generación asociados, excluyentes, con orden de precedencia, etc.
  - Utilización de hasta cinco bloques de demanda mensual.
  - Determinación del despacho, costo marginal y costo de operación de las unidades generadoras para cada bloque de demanda.

### **6.2.1 Datos de entrada a Optgen**

En este apartado se expondrá la información de entrada utilizada para alimentar la base de datos de Optgen. En particular, se examinarán los criterios adoptados en la selección de ciertos parámetros y su justificación.

#### **6.2.1.1 Unidades de generación**

Las unidades de generación incorporadas en la base de datos de Optgen se pueden clasificar en tres grupos:

- Unidades existentes.
- Unidades futuras informadas en construcción por la empresa.
- Unidades candidatas.

A continuación se revisará la incorporación de cada uno de estos grupos de unidades de generación.

#### **Unidades Existentes**

El grupo de unidades existentes, corresponde a las unidades actualmente en funcionamiento en el sistema eléctrico de Puerto Williams.

Según información proporcionada por la Empresa, la unidad DETROIT expuesta en la Tabla 39 es una unidad móvil (montada en carro) que permanece conectada en la subestación sólo por condición de emergencia, porque esencialmente este equipo está preparado para tareas de mantención de distribución; por tanto se considerará que dicha unidad no contribuye a la suficiencia del sistema de generación de Puerto Williams, y por ende no se considera ni en el plan de expansión óptimo ni en el proyecto de reposición eficiente.

**Tabla 39: Unidades existentes en el sistema eléctrico de Puerto Williams**

| Marca       | Modelo | Potencia (kW) | Velocidad del rotor (RPM) | Tipo de Combustible | Fecha de retiro programado |
|-------------|--------|---------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|
| Detroit     | 7374   | 250           | 1500                      | Diesel              | X                          |
| Caterpillar | 3508B  | 590           | 1000                      | Diesel              | X                          |
|             | 3508   | 730           | 1500                      | Diesel              | X                          |
|             | 3412   | 350           | 1500                      | Diesel              | X                          |
|             | nta855 | 250           | 1500                      | Diesel              | X                          |
| Cummins     | nta855 | 250           | 1500                      | Diesel              | X                          |
|             | Petwob | 250           | 1500                      | Diesel              | X                          |

La capacidad instalada esta constituida íntegramente por motores diesel, *excluyendo el motor Detroit la potencia total es de 2420 kW.*

#### Unidades Futuras Definidas por la Empresa

Este conjunto está compuesto por las unidades que actualmente se encuentran en construcción y que deben ser incorporadas al modelo, apenas estén en condiciones de realizar inyecciones al sistema. Sin embargo, de acuerdo a lo informado por Edelmag, durante el período de estudio no existen unidades en construcción para el sistema mediano de Puerto Williams.

#### Unidades Candidatas

Este grupo corresponde a un conjunto de unidades diesel, que de acuerdo a su tamaño son posibles de instalar en Puerto Williams. Para ellas se han especificado las principales características técnicas, como por ejemplo, consumo específico, tensión en bornes, costo variable no combustible, tipo de combustible, entre otros. Además, se detallan los elementos incluidos en el paquete estándar que ofrece el proveedor y lo que se incluyó de manera adicional, agregando también el costo de inversión total de las unidades de generación.

Los módulos de unidades candidatas de generación se presentan en detalle en el Anexo N° 8. En la Tabla 40 se muestra las unidades consideradas, su valor de inversión y su sigla de identificación, la cual será utilizada a lo largo de este Estudio.

**Tabla 40: Módulos de generación**

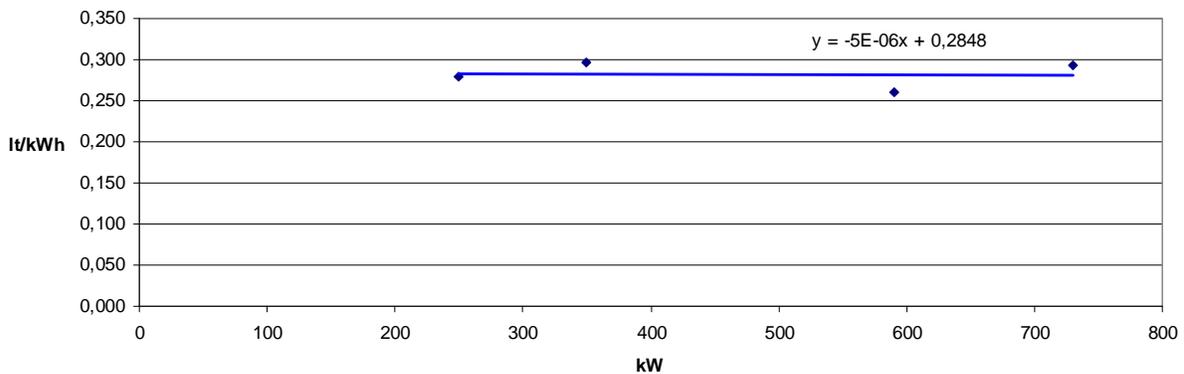
| Unidades | Capacidad (kW) | Costo de Inversión (US\$) |
|----------|----------------|---------------------------|
| MD-C15   | 360            | 164.312                   |
| MD-C18   | 400            | 167.741                   |
| MD-3412  | 540            | 234.008                   |
| MD-3508B | 590            | 392.066                   |
| MD-C32   | 800            | 314.536                   |

En los siguientes puntos se exponen los criterios adoptados en la determinación y uso de los parámetros de operación de estos módulos de generación, así como de las unidades existentes.

### 6.2.1.2 Consumo Específico

El consumo específico de las unidades existentes corresponde al presentado en la Tabla 17. Para el caso de las unidades candidatas, debido a que en las cotizaciones realizadas no fue posible obtener el dato de consumo específico, se procedió a estimar tal valor a partir de la extrapolación de las unidades existentes, en función de la capacidad de las mismas, habida consideración que tanto las unidades existentes como las candidatas corresponden a generadores diesel, en donde el consumo específico no varía mayormente con la condición de operación.

La extrapolación se realizó considerando los consumos específicos de las unidades 3508, 3508 B, 3412, y el promedio de las unidades de 250 kW, con lo que se obtiene la curva de la Figura 15 y los resultados de la Tabla 41.



**Figura 15:** Aproximación lineal de los consumos específicos

**Tabla 41:** Consumos específicos unidades candidatas

| Unidad   | Capacidad (KW) | Consumo específico (lt/kWh) |
|----------|----------------|-----------------------------|
| MD-C15   | 360            | 0,283                       |
| MD-C18   | 400            | 0,283                       |
| MD-3412  | 540            | 0,282                       |
| MD-3508B | 590            | 0,260                       |
| MD-C32   | 800            | 0,281                       |

### 6.2.1.3 Costos Variables no Combustibles

El costo variable no combustible tanto para las unidades existentes como candidatas se estimó en el Anexo 3.3, determinando un valor según su operación sea base, semi-base o punta.

**Tabla 42: Costos variables no combustibles para las unidades existentes y candidatas**

| Tipo de Unidad | Unidad   | Capacidad (kW) | CVNC US\$/MWh |           |        |
|----------------|----------|----------------|---------------|-----------|--------|
|                |          |                | Base          | Semi Base | Punta  |
| Existentes     | CAT3508  | 730            | 22,01         | 30,82     | 77,04  |
|                | CAT3412  | 350            | 27,68         | 38,75     | 96,86  |
|                | CAT3508B | 590            | 29,48         | 41,27     | 103,17 |
|                | CUMMINS1 | 250            | 30,34         | 42,47     | 106,17 |
|                | CUMMINS2 | 250            | 30,34         | 42,47     | 106,17 |
|                | PETWOB   | 250            | 30,34         | 42,47     | 106,17 |
| Candidatas     | MD-C15   | 360            | 27,49         | 38,49     | 96,22  |
|                | MD-C18   | 400            | 26,84         | 37,58     | 93,95  |
|                | MD-3412  | 540            | 23,03         | 32,24     | 80,61  |
|                | MD-3508B | 590            | 29,48         | 41,27     | 103,17 |
|                | MD-C32   | 800            | 21,76         | 30,46     | 76,15  |

Se debe considerar que el modelo de optimización recibe como dato de entrada un único valor de CVNC, el cual a su vez influye en el costo variable total de cada unidad y por ende en el despacho durante todo el horizonte de estudio. Para evitar una elección arbitraria del CVNC, se procede a realizar un despacho económico para el sistema de Puerto Williams, utilizando sólo los costos variables combustibles, de esta manera se tiene una primera aproximación a la operación de las máquinas, así se escoge el CVNC adecuado a tal condición, posteriormente utilizando el CVNC escogido, se vuelve a realizar el despacho, corroborando si la operación está acorde con el CVNC, en caso de no cumplir, se vuelve a iterar modificando el CVNC, se procede de esta manera hasta que la operación y el CVNC están en correspondencia.

El ejercicio descrito es válido para las unidades existentes, en cuanto no se condiciona su ingreso al sistema con el valor del costo variable no combustible, en cambio para las unidades candidatas el CVNC sí puede encarecer el costo de operación y con ello su ingreso al sistema, por ejemplo si se asume que las nuevas unidades operan en punta, el alto costo variable no combustible podría disminuir sus posibilidades de ingreso. De manera de evitar tal efecto, se supondrá que las nuevas unidades ingresan operando al sistema en semi-base, de producirse su ingreso en el plan de expansión, se revisa si la operación es consistente con la clasificación semi-base, y en caso contrario se ajusta el CVNC a la condición de operación real esperada.

Por tanto, los valores finalmente incorporados al modelo de optimización son:

**Tabla 43: Costos Variables no combustibles empleados en la modelación**

| Tipo de Unidad | Unidad   | Capacidad (kW) | CVNC (US\$/MWh) | Condición de operación |
|----------------|----------|----------------|-----------------|------------------------|
| Existentes     | CAT3508  | 730            | 30,82           | Semi - base            |
|                | CAT3412  | 350            | 38,75           | Semi - base            |
|                | CAT3508B | 590            | 29,48           | Base                   |
|                | CUMMINS1 | 250            | 106,17          | Punta                  |
|                | CUMMINS2 | 250            | 106,17          | Punta                  |
|                | PETWOB   | 250            | 106,17          | Punta                  |
| Candidatas     | MD-C15   | 360            | 38,49           | Semi - base            |
|                | MD-C18   | 400            | 37,58           | Semi - base            |
|                | MD-3412  | 540            | 32,24           | Semi - base            |
|                | MD-3508B | 590            | 41,27           | Semi - base            |
|                | MD-C32   | 800            | 30,46           | Semi - base            |

#### 6.2.1.4 Indisponibilidad

##### Unidades Existentes

A partir del mismo procedimiento utilizado para establecer los costos de mantenimiento, se determinan los tiempos requeridos para llevar a cabo tales labores. De esta forma, la cantidad de horas de indisponibilidad por período de mantenimiento, para tres de las unidades cotizadas, corresponden a las que se muestran en la Tabla 44.

**Tabla 44: Número de horas de indisponibilidad por período de mantenimiento hasta overhaul.**

| Tipo de mantenimiento          | Máquina 250 kW (hr) | Máquina 500 kW (hr) | Máquina 730 kW (hr) |
|--------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 250 hrs                        | 5                   | 8                   | 8                   |
| 1000 hrs                       | 8                   | 11                  | 11                  |
| 4000 hrs                       | 30                  | 36                  | 36                  |
| 6000 hrs                       | 40                  | 48                  | 48                  |
| Top Overhaul - 10000 hrs       | 216                 | 240                 | 240                 |
| Overhaul - (20000 - 22000) hrs | 600                 | 672                 | 672                 |

Además, si se considera que hasta el período de overhaul se realizan 60, 13, 3, 2, 1 y 1 mantenimientos de 250 horas, 1000 horas, 4000 horas, 6000 horas, 10000 horas y overhaul, respectivamente, es posible calcular cuantas horas hasta el período de overhaul (incluyéndolo) se encuentran fuera las máquinas señaladas. Situación que se resume en la Tabla 45.

**Tabla 45: Horas fuera de servicio por mantenimiento hasta overhaul**

| Tipo de mantenimiento                                  | Máquina 250 kW (hr) | Máquina 500 kW (hr) | Máquina 730 kW (hr) |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|
| 250 hrs  | 300                 | 480                 | 480                 |
| 1000 hrs   | 104                 | 143                 | 143                 |
| 4000 hrs   | 90                  | 108                 | 108                 |
| 6000 hrs   | 80                  | 96                  | 96                  |
| Top Overhaul - 10000 hrs                               | 216                 | 240                 | 240                 |
| Overhaul - (20000 - 22000) hrs                         | 600                 | 672                 | 672                 |
| <b>Total horas fuera de servicio por mantenimiento</b> | <b>1390</b>         | <b>1739</b>         | <b>1739</b>         |

Producto que el período de funcionamiento hasta overhaul, es de 20.000 horas para el caso de la máquina de 250 kW y de 22.000 horas para las máquinas de 500 kW y 730 kW, es posible determinar la proporción del tiempo en que cada una de las unidades se encuentra fuera de servicio, denominando a este cociente como tasa de mantenimiento.

**Tabla 46: Tasa de Mantenimiento**

|                           | Máquina 250<br>kW | Máquina 500<br>kW | Máquina 730<br>kW |
|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Tasa de Mantenimiento (%) | 7,0%              | 7,9%              | 7,9%              |

De las tablas anteriores se desprende que los tiempos asociados a mantenimientos no son muy distintos entre sí, situación debida a que todos los generadores corresponden a tecnología diesel y por tanto sus piezas y trabajos asociados son similares, notando que sólo para las unidades pequeñas se tiene un tiempo de mantenimiento ligeramente inferior, es por esta razón que tanto para las unidades existentes como candidatas se consideró un valor por intervalos, que se refleja en que para todas las unidades superiores a 500 kW se utilizó un valor de 7,9% y para las inferiores o iguales a 250 kW se utilizó un valor de 7%, finalmente para el rango entre 250 kW y 500 kW se consideró una aproximación lineal entre las cotas ya señaladas.

Una vez determinada la tasa de mantenimiento, resta por encontrar la tasa de falla, es decir la probabilidad de que una máquina falle intempestivamente, sólo luego de determinar tal valor, es posible encontrar la tasa de indisponibilidad compuesta, mantenimiento más falla, que corresponde al dato entrada que utiliza el modelo de optimización Optgen. Para la tasa de falla se utilizó la indisponibilidad señalada por Edelmag para sus unidades diesel correspondiente a 3%, con lo cual la tasa compuesta para cada generador se muestra en la Tabla 47.

**Tabla 47: Indisponibilidad compuesta de las unidades existentes y candidatas para el sistema de Puerto Williams**

| Tipo de Unidad | Unidades | Capacidad (kW) | Tasa de mantenimiento (%) | Tasa de Falla (%) | Tasa de Indisponibilidad Compuesta (%) |
|----------------|----------|----------------|---------------------------|-------------------|--|
| Existentes     | CAT3508  | 730            | 7,9%                      | 3,0%              | 10,9%                                  |
|                | CAT3412  | 350            | 7,4%                      | 3,0%              | 10,4%                                  |
|                | CAT3508B | 590            | 7,9%                      | 3,0%              | 10,9%                                  |
|                | CUMMINS1 | 250            | 7,0%                      | 3,0%              | 10,0%                                  |
|                | CUMMINS2 | 250            | 7,0%                      | 3,0%              | 10,0%                                  |
|                | PETWOB   | 250            | 7,0%                      | 3,0%              | 10,0%                                  |
| Candidatas     | MD-C15   | 360            | 7,4%                      | 3,0%              | 10,4%                                  |
|                | MD-C18   | 400            | 7,5%                      | 3,0%              | 10,5%                                  |
|                | MD-3412  | 540            | 7,9%                      | 3,0%              | 10,9%                                  |
|                | MD-3508B | 590            | 7,9%                      | 3,0%              | 10,9%                                  |
|                | MD-C32   | 800            | 7,9%                      | 3,0%              | 10,9%                                  |

## 6.2.2 Consideraciones generales

Además de los parámetros técnicos de las unidades a incorporar, existe un conjunto de consideraciones de importancia, las cuales son expuestas a continuación.

### 6.2.2.1 Demanda de Energía y Potencia

Los valores de energía utilizados en las simulaciones corresponden a la proyección de demanda, la cual considera cinco bloques de energía mensual, donde la altura del primer bloque corresponde a la proyección de potencia de punta realizada.

Dado que la proyección de demanda no incluye los consumos propios de la central ni las pérdidas de los transformadores elevadores de tensión, en las simulaciones realizadas en Optgen se ha considerado un ajuste de la proyección, a fin de modelar la real inyección que se produce en generación para abastecer la demanda, el factor de ajuste corresponde a un 3,2% adicional de lo proyectado, dato que incorpora los consumos propios y las pérdidas en los transformadores elevadores ubicados a la salida de los generadores, dicho valor fue calculado a partir del procedimiento descrito en el Anexo 6.

### 6.2.2.2 Costo de Falla

El parámetro de costo de falla utilizado corresponde al estipulado en las bases técnicas que rigen al presente estudio y corresponde a 327 US\$/MWh.

### 6.2.2.3 Precio de combustibles

El precio del petróleo diesel utilizado, corresponde al precio promedio de los seis meses anteriores al comienzo del Estudio, valores que fueron suministrados por Edelmag para el sistema mediano de Puerto Williams y se muestran en la Tabla 48.

**Tabla 48: Precio del petróleo diesel**

| Mes             | Costo en Planta (\$/lt) |
|-----------------|-------------------------|
| Jul-06          | 429,4                   |
| Ago-06          | 438,0                   |
| Sep-06          | 393,8                   |
| Oct-06          | 382,6                   |
| Nov-06          | 382,7                   |
| Dic-06          | 383,7                   |
| <b>Promedio</b> | <b>401,7</b>            |

Considerando el precio del dólar establecido en las bases de 527,58 pesos, se tiene un costo de combustible para ingresar al modelo de 0,7614 US\$/lt.

### 6.2.2.4 Margen de reserva

Se ha considerado un margen de reserva en giro de 10% de la capacidad nominal de las unidades, que corresponde a la política habitual de operación de Edelmag. Esto, en la práctica significa una disminución de la capacidad de las unidades en ese mismo porcentaje.

### 6.2.2.5 Consideraciones sobre la indisponibilidad

Las tasas de indisponibilidad compuesta de las unidades son consideradas en Optgen como una indisponibilidad de potencia en lugar de indisponibilidad en tiempo, es decir, como una disminución en la capacidad máxima de la máquina. Por lo tanto, durante el proceso de optimización, cada unidad tiene una potencia máxima igual a:

$$P_{MAX}' = P_{MAX}^{nominal} \times (1 - \text{Indisponibilidad Compuesta} - \text{Margen de reserva})$$

### 6.2.2.6 Tamaño de las unidades de generación

El tamaño de las unidades candidatas se escogió en virtud de mantener un parque de generadores de tamaño adecuado al sistema, cumpliendo con las exigencias impuestas en la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio (NTSyCS).

Es importante considerar que las unidades de generación de mayor tamaño presentan mayores eficiencias, así como un menor precio unitario.

Al respecto, la NTSyCS en su artículo 5-4 indica que los sistemas medianos deben operar con los márgenes de seguridad y restricciones acordes a las características técnicas particulares de estos sistemas. Además, el mismo artículo indica que la operación deberá ser tal que permita favorecer el desarrollo óptimo de las inversiones, preservar los niveles de seguridad y garantizar la operación más económica para el conjunto de las instalaciones

De esta forma, las capacidades máximas seleccionadas se presentan, a juicio del consultor, dadas las características particulares de los sistemas en estudio y lo expuesto en la NTSyCS, como un compromiso aceptable entre seguridad y economía.

El límite de capacidad para las unidades candidatas se eligió en 800 kW para el sistema eléctrico de Puerto Williams.

### 6.2.2.7 Resumen

De acuerdo a lo presentado en los puntos anteriores, se expone a continuación un resumen de los parámetros de las unidades de generación a incorporar a Optgen.

**Tabla 49: Datos unidades de Puerto Williams**

| Tipo de Unidad | Unidades | Capacidad (kW) | Consumo específico (lt/kWh) | Precio de combustible (US\$/lt) | Indisponibilidad (%) | CVNC (US\$/MWh) | Costo de Inversión (US\$) |
|----------------|----------|----------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------|-----------------|---------------------------|
| Existentes     | CAT3508  | 730            | 0,2937                      | 0,7614                          | 10,9%                | 30,82           | X                         |
|                | CAT3412  | 350            | 0,2962                      | 0,7614                          | 10,4%                | 38,75           | X                         |
|                | CAT3508B | 590            | 0,2603                      | 0,7614                          | 10,9%                | 29,48           | X                         |
|                | CUMMINS1 | 250            | 0,2718                      | 0,7614                          | 10,0%                | 106,17          | X                         |
|                | CUMMINS2 | 250            | 0,2780                      | 0,7614                          | 10,0%                | 106,17          | X                         |
|                | PETWOB   | 250            | 0,2885                      | 0,7614                          | 10,0%                | 106,17          | X                         |
| Candidatas     | MD-C15   | 360            | 0,2830                      | 0,7614                          | 10,4%                | 38,49           | 164.312                   |
|                | MD-C18   | 400            | 0,2828                      | 0,7614                          | 10,5%                | 37,58           | 167.741                   |
|                | MD-3412  | 540            | 0,2822                      | 0,7614                          | 10,9%                | 32,24           | 234.008                   |
|                | MD-3508B | 590            | 0,2603                      | 0,7614                          | 10,9%                | 41,27           | 392.066                   |
|                | MD-C32   | 800            | 0,2809                      | 0,7614                          | 10,9%                | 30,46           | 314.536                   |

### 6.2.3 Resultados Optgen

Una vez incorporada a Optgen la información descrita en los puntos anteriores, se procedió a realizar las simulaciones que determinan el Plan de Expansión Óptimo en Generación.

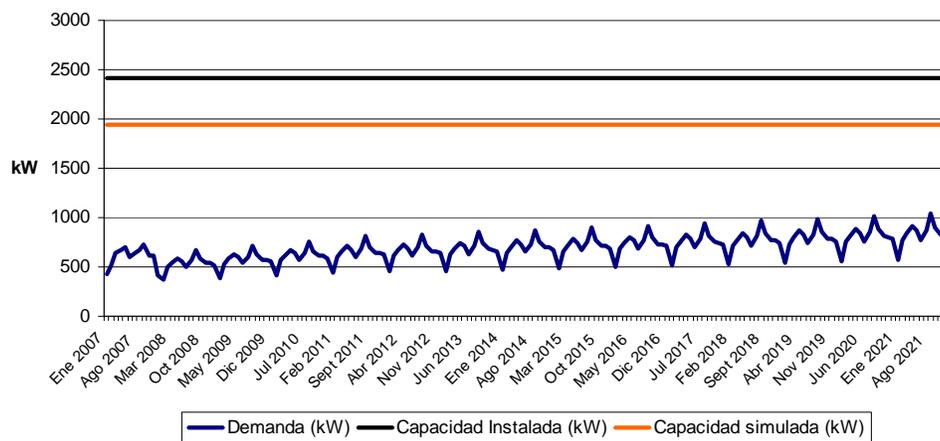
Para el sistema eléctrico de Puerto Williams se utilizó como unidades candidatas las presentadas en la Tabla 40 del presente informe. Se debe reiterar que dichas unidades son generadores del tipo diesel, al igual que las unidades ya existentes en la zona, la razón de esta elección por sobre otro tipo de tecnología se basa por un lado, en la potencia específica de ellas, para el rango de demanda a abastecer, de forma que su transporte a la zona y posterior montaje no requiere del traslado de equipos adicionales para su instalación, y por otro lado, en el conocimiento que existe para su operación en dicha zona austral, donde un cambio de tecnología necesariamente requeriría mano de obra más especializada.

Bajo estas consideraciones, el cronograma de expansión y retiro de unidades se observa en la Tabla 50. De donde se desprende que no es necesario el ingreso de ninguna unidad adicional.

**Tabla 50: Cronograma de expansión del sistema eléctrico de Punta Arenas**

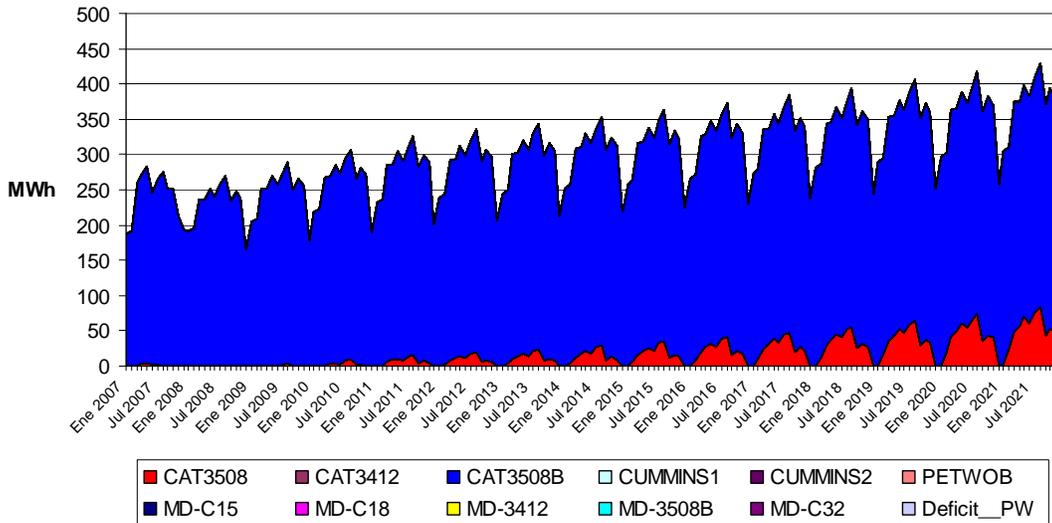
| Tipo de Unidad          | Unidades | Capacidad (kW) | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|-------------------------|----------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Existentes              | CAT3508  | 730            | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    |
|                         | CAT3412  | 350            | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    |
|                         | CAT3508B | 590            | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    |
|                         | CUMMINS1 | 250            | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    |
|                         | CUMMINS2 | 250            | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    |
|                         | PETWOB   | 250            | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    |
| Candidatas              | MD-C15   | 360            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                         | MD-C18   | 400            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                         | MD-3412  | 540            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                         | MD-3508B | 590            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                         | MD-C32   | 800            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Potencia Instalada (kW) |          |                | 2420 | 2420 | 2420 | 2420 | 2420 | 2420 | 2420 | 2420 | 2420 | 2420 | 2420 | 2420 | 2420 | 2420 | 2420 |

La Figura 16 muestra, para el período de planificación 2007-2021, la potencia nominal instalada, la potencia nominal simulada y la evolución de la demanda de potencia de punta de cada mes.



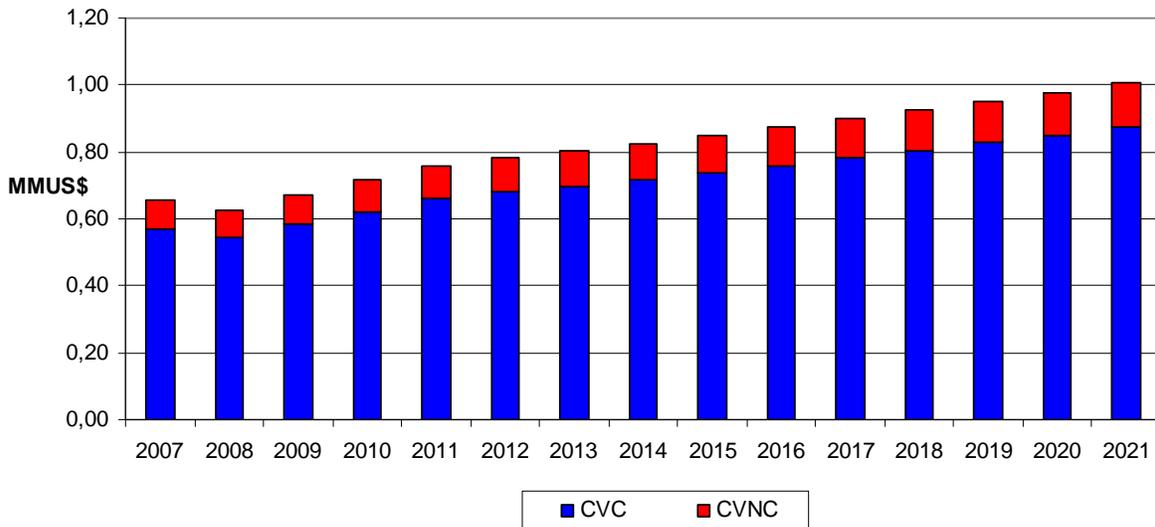
**Figura 16: Suficiencia sistema de Puerto Williams**

La Figura 17 muestra el despacho de energía mensual de las unidades durante el período de planificación. Debido al ordenamiento según costos variables, es posible observar las unidades que operan en base y las que operan en punta en los distintos períodos del horizonte de planificación.



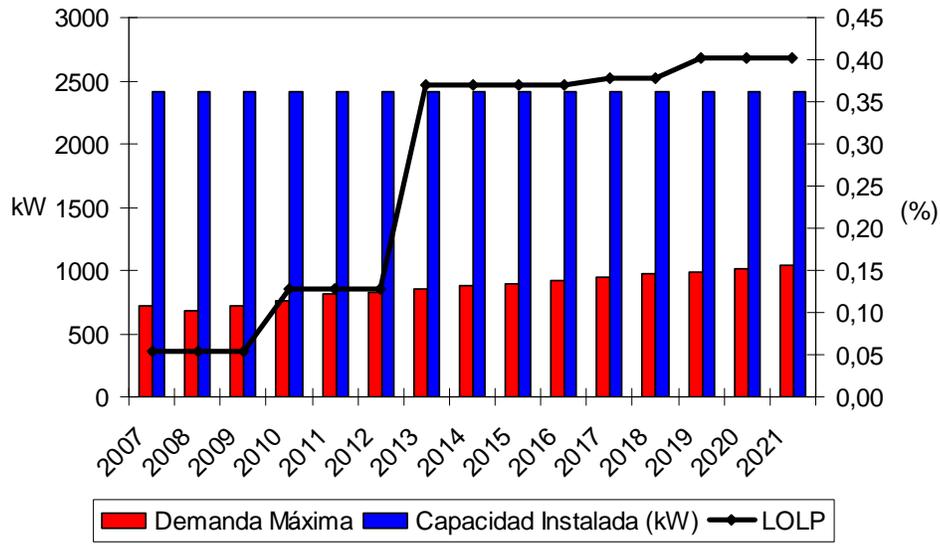
**Figura 17: Despacho mensual de energía del sistema eléctrico de Puerto Williams**

Por otra parte, la Figura 18 muestra los costos de operación (costo variable combustible y costos variable no combustible) obtenidos para el horizonte de estudio.



**Figura 18: Costo de operación del sistema eléctrico de Puerto Williams**

La Figura 19 muestra, para el horizonte de estudio y el parque generador existente, producto de la inexistencia de inversiones en el cronograma óptimo de expansión, la relación entre la probabilidad de pérdida de carga (LOLP), la potencia instalada y la demanda máxima anual.



**Figura 19: Potencia Instalada, demanda máxima anual y probabilidad de pérdida de carga para el sistema de Puerto Williams, durante el horizonte de planificación**

### 6.3 Planificación con consideraciones de seguridad

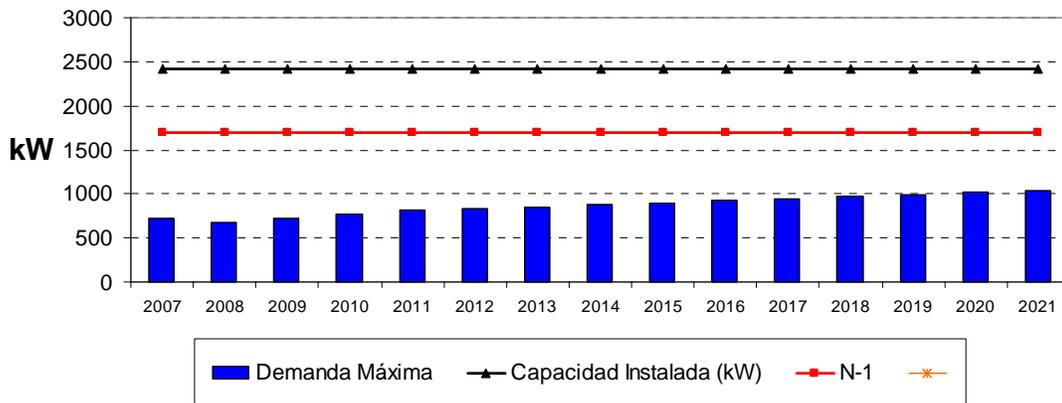
Producto de la inexistencia de inversiones durante el horizonte de planificación, se debe confirmar el criterio de seguridad, esto es, que la reserva fría dada por la diferencia entre la potencia instalada menos la demanda máxima, sea igual a la potencia instalada de la mayor unidad presente cada año. Situación que se resume en la

Tabla 51, donde es posible apreciar que tal criterio se cumple para todo el horizonte de evaluación.

**Tabla 51: Margen de seguridad de Puerto Williams**

| Años | Demanda Máxima (kW) | Reserva Fría (kW) | Unidad Mayor (kW) |
|------|---------------------|-------------------|-------------------|
| 2007 | 726                 | 1694              | 730               |
| 2008 | 676                 | 1744              | 730               |
| 2009 | 721                 | 1699              | 730               |
| 2010 | 766                 | 1654              | 730               |
| 2011 | 812                 | 1608              | 730               |
| 2012 | 832                 | 1588              | 730               |
| 2013 | 853                 | 1567              | 730               |
| 2014 | 874                 | 1546              | 730               |
| 2015 | 897                 | 1523              | 730               |
| 2016 | 919                 | 1501              | 730               |
| 2017 | 943                 | 1477              | 730               |
| 2018 | 967                 | 1453              | 730               |
| 2019 | 992                 | 1428              | 730               |
| 2020 | 1017                | 1403              | 730               |
| 2021 | 1044                | 1376              | 730               |

El cumplimiento del criterio de seguridad, se ratifica en la Figura 20, donde la demanda máxima del sistema nunca es superior a la capacidad instalada menos la potencia de la unidad mayor (N-1).



**Figura 20: Cumplimiento del Criterio N-1 durante el período de estudio**

Por lo tanto el sistema de Puerto Williams, bajo el criterio establecido, es seguro, siendo validado el cronograma de inversiones y siendo innecesario un recálculo en los costos de operación, en virtud de la no modificación del plan obtenido.

#### **6.4 Consideración adicional: Expansión Capacidad de almacenamiento de combustible**

Sin perjuicio de la inexistencia de inversiones en generación, el consultor considera necesario realizar el análisis de la capacidad de almacenamiento de combustible existente en el sistema de Puerto Williams. Ello en virtud del aislamiento de la zona y de las condiciones climáticas adversas de la misma, siendo requerido, en base a la experiencia de Edelmag, un mínimo de dos semanas de almacenamiento.

Por lo tanto, es necesario determinar si se requiere un nuevo estanque de combustible durante el periodo de estudio, el cual permita mantener una independencia del abastecimiento de acuerdo a la condición señalada.

Para poder realizar el cálculo, se utilizará la información de los estanques disponibles, la cantidad promedio de combustible por kWh consumido por cada máquina generadora y la generación estimada de cada una de ellas a lo largo de todo el horizonte de evaluación. Además, se analiza el comportamiento del sistema en caso que llegasen a presentarse exigencias mayores de almacenamiento.

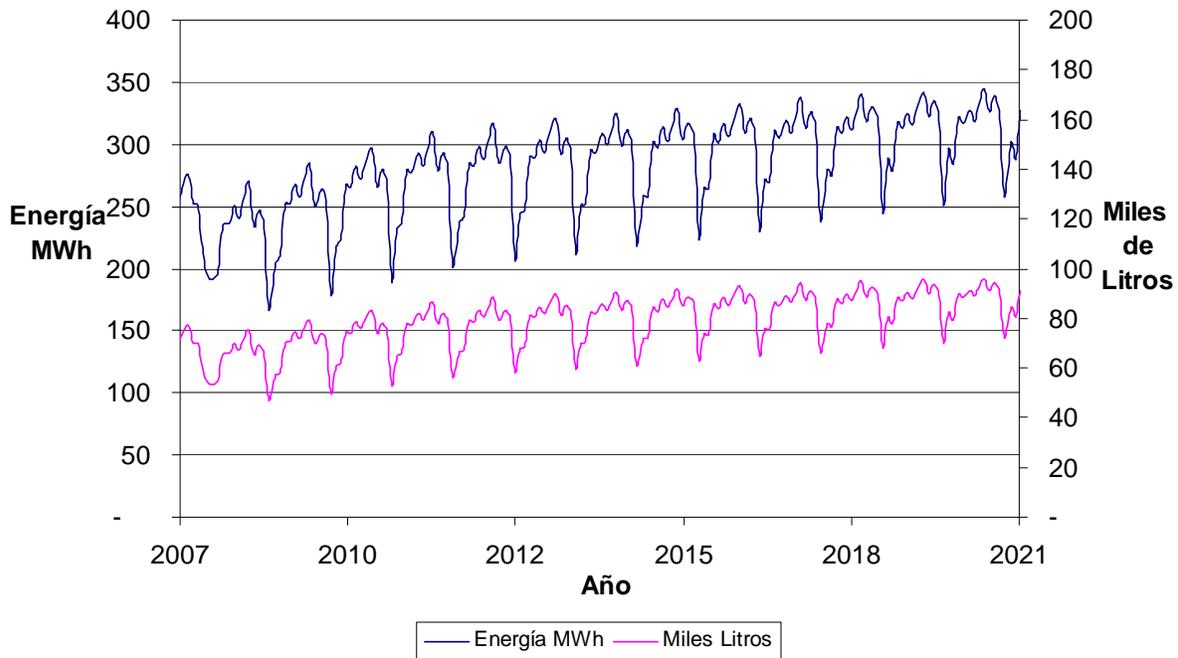
El volumen de cada estanque de combustible de la central de Puerto Williams se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 52: Capacidades de estanques de combustible en central Puerto Williams.**

| Estanques                             | Volumen (M3) |
|---------------------------------------|--------------|
| Principal                             | 60,00        |
| Secundario                            | 20,00        |
| Uso diario Cummins                    | 1,00         |
| Uso diario CAT 3508 B                 | 3,00         |
| Uso diario CAT 3508                   | 1,50         |
| Uso diario CAT 3412                   | 0,89         |
| <b>Capacidad Total Estanques</b>      | <b>86,39</b> |
| <b>Capacidad Total Almacenamiento</b> | <b>80,00</b> |

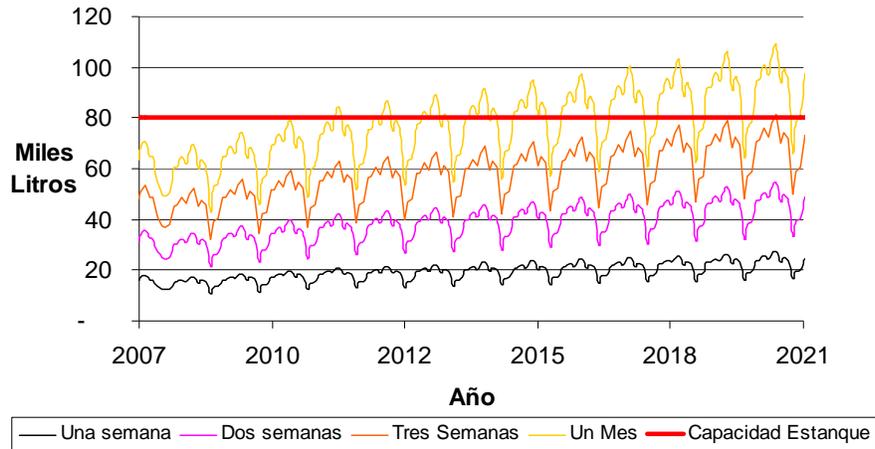
De los estanques que se disponen, cumplen funciones estrictas de almacenamiento el estanque principal y el secundario. Los estanques asociados a las máquinas generadoras son de operación y no serán considerados en el presente análisis.

Utilizando la proyección de la energía generada en la central de Puerto Williams en los próximos 15 años (simulación de despacho) y el consumo de combustible necesario para generar un kWh de energía, se obtiene la cantidad de combustible que se consume mes a mes (Figura 21).



**Figura 21: Energía generada y combustible requerido en central Puerto Williams**

Al obtener el consumo de combustible necesario promedio en una semana, dos semanas y tres semanas se obtienen las siguientes curvas:



**Figura 22: Sensibilidad combustible promedio requerido en central Puerto Williams**

En la actualidad el sistema de Puerto Williams es abastecido de combustible regularmente cada una o dos semanas, por lo que mantiene un margen de seguridad acorde con las condiciones de aislamiento del sistema.

Se concluye que el sistema de Puerto Williams puede operar de manera segura con la capacidad de almacenamiento de combustible disponible.

## 6.5 Plan de Expansión Óptimo en Transmisión y estudios eléctricos

### 6.5.1 Módulos de Expansión en Transmisión

Se debe recordar, que el sistema en análisis corresponde a un sistema uninodal y por tanto no presenta líneas de transmisión, en virtud de lo cual, las únicas instalaciones asociadas a dicho segmento, son las que se encuentran presentes en la subestación.

De esta manera, para la subestación se consideraron módulos típicos, los cuales replican en cierta medida las instalaciones ya existentes. Estos módulos agrupan elementos que, en conjunto, identifican una instalación particular en el sistema eléctrico en estudio. Cada módulo se compone de una serie de equipamientos, los cuales son valorados unitariamente para luego determinar un valor total para cada módulo.

Por tanto, considerando las instalaciones existentes, se determinaron módulos de cabecera de alimentadores tipo, alguno de los cuales se agregarían a la subestación actual, si es que el plan de expansión lo requiriera.

Asimismo, se incorporó un módulo de barra, el cual agrupa los equipamientos que conforman dicha instalación en base a lo existente. Este módulo es considerado para valorizar la instalación actual y en caso que se requiera de alguna nueva barra en el plan de expansión del sistema de transmisión. Al igual que en los módulos alimentadores, se presenta un desglose del contenido del módulo y sus precios unitarios en el Anexo N° 7.

Por último, se considera la valorización de los transformadores elevadores ubicados a la salida de las unidades de generación, de manera que de instalarse un nuevo generador se considere también el costo asociado a dicho módulo.

### 6.5.2 Determinación del Plan de Expansión Óptimo para las instalaciones de Transmisión presentes en la subestación

En atención a que el cronograma de inversiones en generación es vacío, resta por conocer si son necesarias inversiones adicionales y/o ampliaciones en las distintas instalaciones de la subestación. En particular, se revisa la posible necesidad de ampliación en alimentadores para abastecer la demanda durante todo el horizonte de estudio y el posible refuerzo en transformación, para permitir la total inyección de la capacidad instalada en la subestación.

#### 6.5.2.1 Análisis cabecera de alimentadores de media tensión

Se analizó la posibilidad de realizar ampliaciones en el número de cabeceras de alimentadores en la subestación dentro el período de estudio; en este sentido, es importante destacar que en el Sistema de Puerto Williams actualmente existen tres alimentadores de conductores de cobre #6 AWG en la cabecera<sup>8</sup>; razón por la cual no se vislumbran expansiones para abastecer la demanda proyectada.

#### 6.5.2.2 Análisis capacidad de transformación

En el sistema de Puerto Williams, de las seis unidades disponibles para generación en el período de análisis, tres de ellas evacuan su inyección en transformadores independientes y otras tres lo hacen a través de un mismo transformador. El resumen de conexión es el siguiente:

**Tabla 53: Capacidad de Transformación Sistema de Puerto Williams**

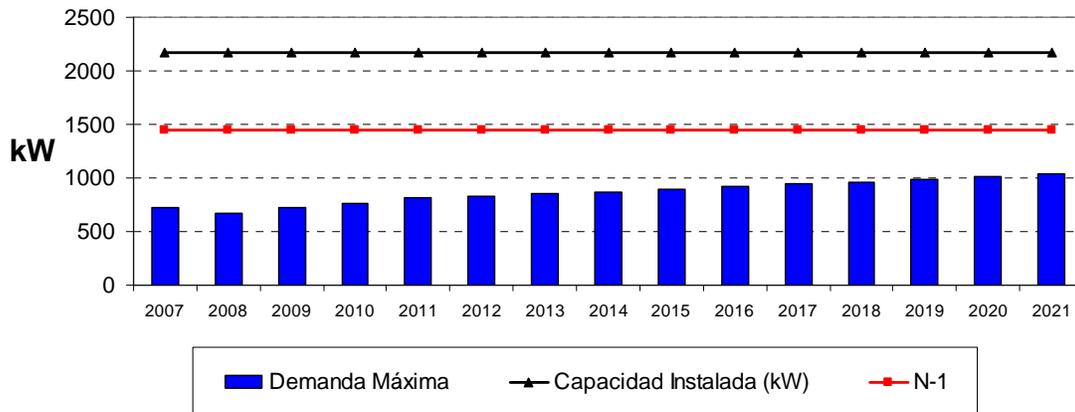
| Tipo de Unidad | Unidades | Capacidad (kW) | Transformador Elevador Asociado (kVA) |
|----------------|----------|----------------|---------------------------------------|
| Existentes     | CAT3508  | 730            | 800                                   |
|                | CAT3412  | 350            | 400                                   |
|                | CAT3508B | 590            | 630                                   |
|                | CUMMINS1 | 250            | 400                                   |
|                | CUMMINS2 | 250            |                                       |
|                | PETWOB   | 250            |                                       |

Donde se aprecia que las tres unidades de 250 kW realizan su inyección a través de un transformador de 400 kVA, y por tanto no es posible aprovechar a cabalidad la capacidad de dichas unidades, siendo preciso revisar si el tamaño del transformador es suficiente para satisfacer la demanda durante todo el horizonte de estudio.

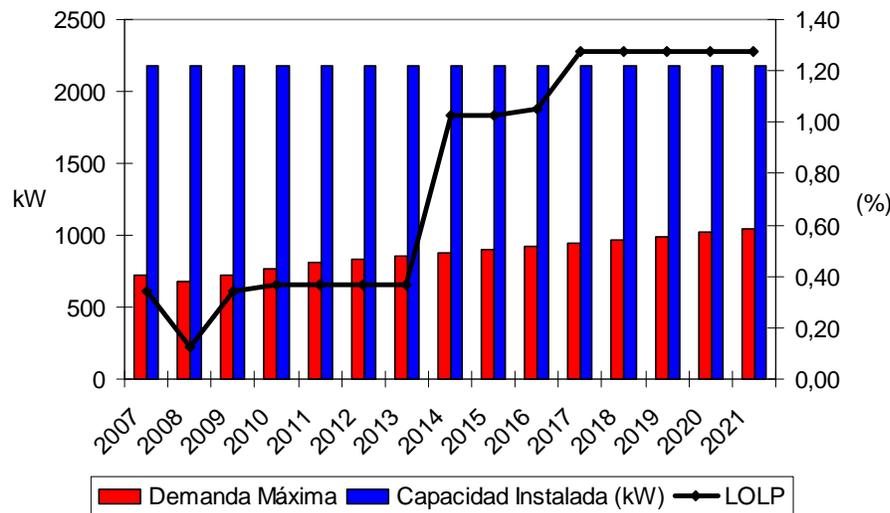
Si se toma como factor de potencia estimado, un valor de 0,97 y se considera una sobrecarga del transformador elevador de 30% sobre su potencia nominal durante 2 horas, la potencia

<sup>8</sup> Alimentadores en 13,2 kV y ampacidad térmica de 125 [A].

máxima que pueden inyectar las tres unidades en conjunto es de 504 kW. Con lo cual se tiene:



**Figura 23: Capacidad Inyectable considerando la capacidad de Transformación**



**Figura 24: LOLP considerando restricciones de inyección.**

De la Figura 23 y de la Figura 24, se observa que el cronograma óptimo, plan de expansión sin inversiones, aún en consideración de la limitación señalada en transformación, cumple el criterio de seguridad (N-1) y por tanto la solución es validada también para las instalaciones de la subestación.

### 6.5.3 Consideraciones sobre Norma Técnica de Calidad y Seguridad de Servicio

Respecto de los criterios de Seguridad y Calidad de Servicio a adoptar en el Sistema Mediano de Puerto Williams, es importante destacar que el artículo 7-5 de la Norma Técnica de Calidad y Seguridad de Servicio para Sistemas Medianos establece que, por tratarse de un

---

Sistema con capacidad menor a 10 MW, la empresa podrá hacer ciertas simplificaciones a las distintas exigencias de operación, medición y control impuestas en el reglamento.

En este sentido, el artículo 5-8 dice que la Empresa determinará mediante evaluación técnica y económica si se requiere la aplicación del criterio N-1 en determinadas instalaciones de transmisión y la operación de los EDAC y/o EDAG. En este caso, la Empresa deberá verificar que la Contingencia Simple produzca la activación de los EDAC y/o EDAG, tal que se asegure que dicha activación sea óptima para el Sistema Mediano en su conjunto. Sin embargo, es importante tener en consideración que la Norma Técnica establece que, para los Sistemas Medianos de capacidad menor a 10 MW, se podrá considerar justificadamente la pérdida total del consumo ante la ocurrencia de una contingencia simple.

El Sistema Mediano de Puerto Williams no cuenta con elementos o componentes de transmisión, más precisamente sólo involucra una barra común, seis generadores diesel conectados a ella y los alimentadores correspondientes a los retiros que se producen al sistema de distribución. Por tanto, salvo por los transformadores que conectan cada unidad generadora a la barra de salida que posee el Sistema, la única contingencia simple por evaluar corresponde a la pérdida de una unidad generadora. En otras palabras, el artículo 5-8 de la Norma Técnica sólo podría interpretarse considerando el criterio N-1 aplicado a instalaciones de generación. Por lo demás, dicho artículo es claro en señalar que “la aplicación del criterio N-1 en determinadas instalaciones de transmisión”, y puesto que los transformadores de subida caen dentro de esta categoría y éstos a su vez involucran directa y necesariamente a cada unidad generadora (o, en algunos casos, un conjunto de ellas); entonces la contingencia simple aludida en este criterio necesariamente se aplica a la pérdida de generación. Bajo esta consideración y la prerrogativa del artículo 7-5, la posibilidad de perder una unidad generadora puede entonces incluir la pérdida total de consumo; situación que resulta más económica que la posibilidad de evitarla según se demuestra a continuación.

Desde el punto de vista técnico la posibilidad de evitar dicha situación equivaldría a mantener tanta reserva primaria como aquella potencia de la unidad de mayor despacho, asumiendo que esta no aporta reserva al despacho. Además, se debería considerar que la reserva establecida para las otras unidades, debería ser tal que la salida de cualquiera de ellas, sería cubierta por las otras unidades. Lo anterior necesariamente requiere de muchas unidades disponibles, que es el caso del Sistema de Puerto Williams. Esta situación podría lograrse reduciendo el despacho de las unidades generadoras más económicas y despachando otras unidades de costo variable mayor. Sin embargo, considerando la realidad de cada sistema, donde las alternativas de pre-despacho son bastante limitadas, entonces es fácil concluir que esta alternativa no es técnicamente posible.

Por otro lado, desde un punto de vista económico, las unidades generadoras suelen ser despachadas dejando una reserva en giro del orden del 10%, la cual por las características del sistema, tiene por propósito cubrirse de eventos o contingencias súbitas de consumo. Un mayor valor de reserva implicaría necesariamente despachar otras unidades diesel de menor rendimiento, con el consecuente incremento del costo operacional que ello ocasionaría. Aún así, tal cual se ha señalado, las posibilidades de lograr ello, sobretodo en instancias de demanda máxima, son muy limitadas. Adicionalmente, en situaciones de demanda mínima,

el suministro se puede lograr con una sola unidad generadora, cuestión que ciertamente tiene un ahorro económico importante para el sistema. En estas circunstancias, la contingencia simple, produce en forma natural la pérdida total del consumo. Finalmente, existe una virtud técnica en el Sistema de Puerto Williams, referida al tiempo de recuperación incurrido a partir de un apagón total o parcial en el Sistema. Esta característica tiene su explicación en el tiempo de partida, sincronización y toma de carga que presentan las unidades generadoras utilizadas, tanto a partir de frío como después de una salida súbita (asumida despejada la falla); el cual, en el caso de los motores puede llegar hasta los cinco minutos. Esta característica entrega al sistema bastante flexibilidad para levantar y recuperar el suministro.

### 6.6 *Costos de personal e infraestructura y gastos fijos anuales*

Dado que el sistema no requiere nuevas inversiones para abastecer la demanda en el periodo de evaluación, el valor de inversión en infraestructura, los gastos fijos de operación, mantenimiento, administración y comercialización, y la estructura del personal se mantendrán constantes durante el periodo.

La siguiente tabla indica el resumen de la valorización de la infraestructura asociados a la actividad de generación en el Sistema Mediano de Puerto Williams, valores obtenidos de la sección 4.3 y de la sección 4.4.

**Tabla 54: Resumen de valorización de infraestructura en el sistema de Puerto Williams**

| Infraestructura                                 | MUS\$/año<br>del 31/12/2006 |
|---|-----------------------------|
| Valorización de Edificios (incluyendo terrenos) | 844,9                       |
| Valorización vehículos                          | 90,9                        |
| Valorización otros equipos                      | 331,1                       |
| Otros   | -                           |
| <b>Total Infraestructura</b>                    | <b>1.266,9</b>              |

La siguiente tabla indica los costos fijos que incurre la empresa anualmente:

**Tabla 55: Resumen de valorización costos fijos de Puerto Williams**

| Costo Fijos                                       | MUS\$/año<br>del 31/12/2006 |
|---|-----------------------------|
| Costos fijos personal                             |                             |
| personal local                                    | 127,2                       |
| oficina central                                   | 87,2                        |
| Costos fijos no personal                          |                             |
| costos locales                                    | 83,0                        |
| oficina central (incluye oficinas y equipamiento) | 102,3                       |
| <b>Total Costos Fijos</b>                         | <b>399,7</b>                |

## 6.7 Rango de Validez Técnica

Luego de determinar un cronograma óptimo de inversiones, resulta fundamental conocer bajo que condiciones, las decisiones de inversión continúan inalteradas, es decir en el presente estudio, se requiere conocer el rango para el cual, el plan de expansión continúa sin ingreso de nuevas unidades.

La variable relevante a sensibilizar corresponde a la proyección de la demanda, ello en consideración que se realizó una única proyección del crecimiento esperado de la demanda, siendo relevante conocer si un incremento en ella, detona alguna decisión de inversión, se debe señalar que sólo se considerarán incrementos, dado que cualquier decremento en ella no ocasiona inversión.

Para realizar el análisis se utilizan las siguientes definiciones:

- Caso base: aquel en que no se producen incrementos en la demanda base proyectada para el sistema.
- Caso +X: aquel en que la demanda base proyectada se ve aumentada en X %, para todos los bloques de la curva de duración y en todas las etapas de simulación (180 meses).

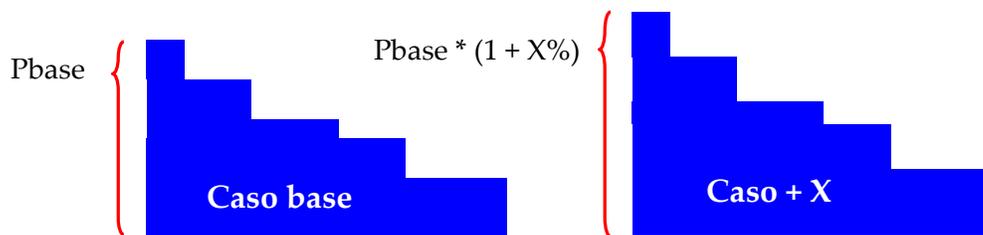


Figura 25: Crecimiento en X % de una curva de duración mensual

Con el objeto de determinar si para un incremento de demanda se modifica el plan de inversiones, se realizan dos etapas secuenciales, la primera consistente en el análisis puramente económico a través de Optgen, minimización de costos de inversión más operación, y la segunda correspondiente a la verificación del criterio de seguridad establecido.

### 6.7.1 Rango de validez con consideraciones económicas

Para un determinado incremento de demanda dado por X %, manteniendo el resto de las variables de modelación inalteradas, se determina a través de Optgen el plan de expansión óptimo. Si el cronograma obtenido no introduce unidades de generación, implica que para cualquier tasa menor a X % el plan se mantiene inalterado.

La determinación del rango de validez técnica se realiza en base a un algoritmo iterativo de búsqueda, dado por:

1. Se define la tasa actual como la tasa máxima y la tasa mínima como 0 %

2. Para la tasa actual se calcula el plan de expansión óptimo.
  - a. Si el plan no se modifica:
    - i. Se define la tasa mínima como la tasa actual
    - ii. Se define la tasa actual como el promedio entre la tasa mínima y la máxima.
  - b. En caso contrario
    - i. Se define la tasa máxima como la tasa actual
    - ii. Se define la tasa actual como el promedio entre la tasa mínima y la máxima.
3. Si el valor absoluto de la diferencia entre la tasa mínima y máxima es menor a 1 % el proceso termina. En caso contrario se vuelve a 2.

Si se considera como tasa máxima 100 % y se aplica el procedimiento precedente, se obtienen los siguientes resultados:

**Tabla 56: Convergencia para la determinación del rango de validez técnica**

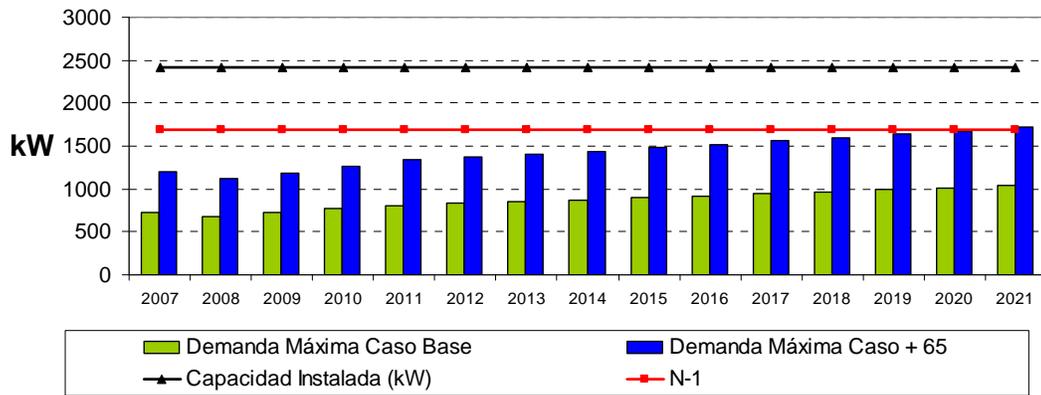
| Número Iteración | Casos            | Demanda Máxima del período (kW) | Costo de inversión (MMUS\$) | Costo de operación (MMUS\$) | Costo total (MMUS\$) | Cronograma de inversiones |             |                  |
|------------------|------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------------|-------------|------------------|
|                  |                  |                                 |                             |                             |                      | Unidad                    | Tamaño (kW) | Fecha de ingreso |
| 1                | Caso + 100       | 2088                            | 0,10                        | 12,98                       | 13,08                | MD-3508B                  | 590,00      | Enero 2015       |
| 2                | Caso + 50        | 1566                            | 0                           | 9,64                        | 9,64                 | X                         |             |                  |
| 3                | Caso + 75        | 1827                            | 0,04                        | 11,32                       | 11,36                | MD-3508B                  | 590,00      | Enero 2019       |
| 4                | Caso + 62,5      | 1696                            | 0                           | 10,50                       | 10,50                | X                         |             |                  |
| 5                | Caso + 68,8      | 1762                            | 0                           | 10,92                       | 10,93                | MD-3508B                  | 590         | Enero 2021       |
| 6                | Caso + 65,7      | 1730                            | 0                           | 10,71                       | 10,72                | MD-3508B                  | 590         | Enero 2021       |
| 7                | Caso + 64,1      | 1713                            | 0                           | 10,61                       | 10,61                | X                         |             |                  |
| 8                | <b>Caso + 65</b> | <b>1721</b>                     | <b>0</b>                    | <b>10,66</b>                | <b>10,66</b>         | <b>X</b>                  |             |                  |
| 9                | Caso + 65,3      | 1725                            | 0                           | 10,68                       | 10,69                | MD-3508B                  | 590         | Enero 2021       |

De la Tabla 56, se aprecia que la mayor tasa de incremento, en donde no se producen inversiones en el plan de expansión, es el caso + 65, lo que implica que el rango de validez técnica por consideraciones económicas está dado por el intervalo entre 1 y 1.65 veces la demanda esperada.

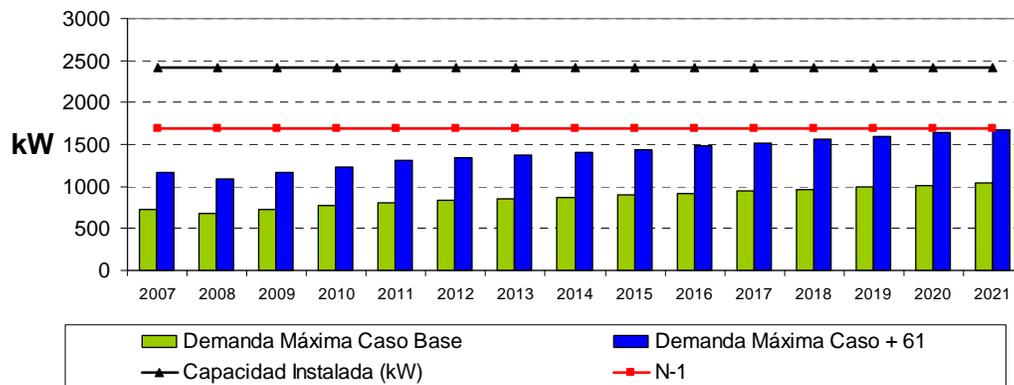
### 6.7.2 Rango de validez incorporando el criterio de seguridad N-1

Una vez que se conoce el rango de validez técnica con consideraciones sólo económicas, es preciso incorporar al análisis el criterio de seguridad, ello dado que de no cumplirse el (N-1) se requiere necesariamente la instalación de un nuevo generador, con la consiguiente modificación del cronograma sin inversiones.

En la Figura 26, es posible apreciar que para un incremento de 65 % por sobre la demanda esperada, el criterio N-1 se continúa cumpliendo para casi la totalidad del período de estudio, a excepción del último año, en donde la reserva fría es de 698 kW y por tanto no alcanza a cubrir la salida de la unidad CAT 3412 de 730 kW. De esta forma, el incremento de la tasa de crecimiento que permite el cumplimiento del criterio (N-1) y pertenece al rango de validez económica es de 61%, situación que se puede apreciar en la Figura 27.

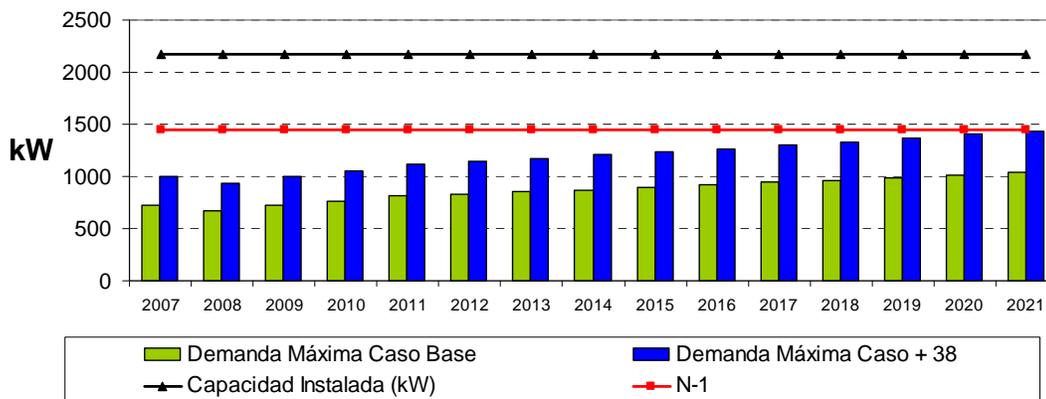


**Figura 26: Criterio (N-1) para el caso + 65**



**Figura 27: Criterio (N-1) para el caso + 61**

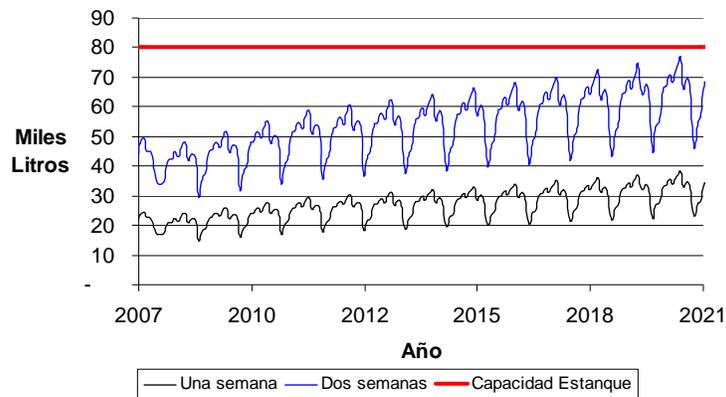
Si se considera además, la restricción en capacidad de transformación, debida a que las unidades Cummins 1, Cummins 2 y Petwob, inyectan su energía a través del mismo transformador (400 kVA), se tiene que el incremento de demanda que permite mantener inalterado el cronograma de inversiones es de 38 %.



**Figura 28: Criterio (N-1) para el caso + 38, considerando capacidad de transformación**

Un incremento adicional a 38 % requeriría el reemplazo del transformador de 400 kVA por uno de 800 kVA. Por lo tanto, el rango para el cual no se requiere el ingreso de ninguna instalación de generación y/o transformación es aquel entre 1 y 1,38 veces la demanda esperada.

Un antecedente ya mencionado en el informe, es la capacidad de almacenamiento presente en Puerto Williams, la que debido a su difícil condición de acceso y adversas condiciones climáticas, requiere al menos, de una disponibilidad de almacenamiento de dos semanas, esto es, que el sistema eléctrico de Puerto Williams pueda seguir operando aún cuando no reciba combustible en el lapso señalado. Si se revisa tal antecedente para el incremento de 38 %, Figura 29, se observa que para todo el horizonte de estudio se respeta la condición de almacenamiento seguro.



**Figura 29: Necesidad de almacenamiento en el Caso + 38%**

En base a los antecedentes planteados en este capítulo, es posible establecer que el rango de validez técnica para el plan de expansión determinado (cronograma sin inversiones) es el que cubre el intervalo entre 1 y 1,38 veces la demanda esperada.

---

## 7 CÁLCULO DEL COSTO INCREMENTAL DE DESARROLLO

El Costo Incremental de Desarrollo (CID) a nivel de generación y transmisión corresponde al costo medio por unidad de demanda incremental de potencia y energía de un proyecto de expansión eficiente del sistema cuyo VAN es igual a cero.

El concepto de Costo Incremental de Desarrollo surge como una aproximación al concepto de Costo Marginal, desarrollado en la teoría económica clásica. Se aplica en situaciones donde los cambios de capacidad instalada sólo se pueden llevar a cabo en forma discreta, y el CID entrega una medida del costo de proveer las últimas unidades del servicio o capacidad. El fundamento de usar el concepto de CID es que en el límite, éste converge al costo marginal cuando los cambios en la capacidad instalada convergen a la unidad.

El CID corresponde a la suma de los costos de inversión de las ampliaciones y de los aumentos de los costos de operación, de un sistema en que se realizan las ampliaciones de capacidad de generación y transmisión que minimizan el costo actualizado de la inversión, operación, mantenimiento y energía no suministrada, en un periodo de planificación no menor a 15 años.

### ***7.1 CID en Puerto Williams***

En el caso del sistema mediano de Puerto Williams, al no ser necesarias inversiones y por tanto al no aparecer nuevas unidades de generación, en el presente informe no se realiza el cálculo del costo incremental de desarrollo. La no determinación del CID se debe a que las bases técnicas explícitamente señalan que *“En caso que el plan óptimo de expansión sea nulo, es decir que dentro del período de planificación no sea recomendable la incorporación de instalaciones de generación y transmisión, en el estudio se omitirá el cálculo del CID, y el consultor sólo deberá calcular el Costo Total de Largo Plazo”*.

---

## 8 PROYECTO DE REPOSICIÓN EFICIENTE EN GENERACIÓN Y COSTO TOTAL DE LARGO PLAZO

### 8.1 Proyecto de reposición eficiente

El Proyecto de Reposición Eficiente, según lo indicado en el Reglamento de Valorización y Expansión de Sistemas Medianos en su artículo 34º, corresponde a *“aquel que sea suficiente para dar suministro de acuerdo a las exigencias de seguridad y calidad de servicio establecidas en la normativa vigente, mediante un parque óptimo inicial, adaptado a la demanda, diseñado en forma eficiente de acuerdo a los precios de mercado vigentes de inversión y operación, conforme a las alternativas tecnológicas existentes en el mercado a la fecha de realización del Estudio, considerando un calendario de inversiones futuras óptimas del mismo”*.

Por otra parte, las bases del Estudio establecen que *“en la determinación del Proyecto de Reposición Eficiente, el Consultor no debe incluir las eventuales ineficiencias de las instalaciones existentes, debiendo reemplazarlas por instalaciones diseñadas eficientemente, adaptadas a la demanda, y que operen en forma eficiente”*.

Para cumplir con lo anterior, se ha seguido una metodología compuesta por dos bloques principales. En el primero, se determina la prescindibilidad de las instalaciones actuales. Es decir, se verifica cuáles de las unidades existentes resultan eficientes, tanto por criterio económico como por criterio de seguridad, debiendo por ende formar parte del parque inicial eficiente, y cuales deben excluirse del proceso de optimización.

En el segundo bloque se determina el cronograma de expansión óptimo para el parque inicial eficiente, bajo consideraciones económicas y de seguridad. De esta manera, se obtiene finalmente el conjunto de máquinas económicamente adaptadas a la demanda, que minimizan los costos de operación más inversión y cumplen con el criterio de seguridad considerado.

A continuación, se expone la metodología utilizada para la determinación del Proyecto de Reposición Eficiente en Generación, así como los datos de entrada y supuestos realizados.

#### **8.1.1 Metodología General para la determinación del Proyecto de Reposición Eficiente.**

##### 8.1.1.1 Bloque 1: Prescindibilidad

Este bloque consiste en optimizar el parque inicial, esto es, encontrar de entre las unidades existentes aquellas que, junto con abastecer la demanda y cumplir el criterio de seguridad, sean capaces de conseguirlo a mínimo costo.

El procedimiento para determinar la prescindibilidad se divide en dos etapas:

Determinación del conjunto de soluciones Factibles:

Mediante enumeración completa se determinan todos los subconjuntos que se pueden formar con las unidades disponibles, dado que se trata de seis generadores, se tienen  $2^6$  posibilidades. De las cuales sólo 47 satisfacen la demanda del año base, y de ellas únicamente 20 cumplen el criterio de seguridad (N-1), tal como se aprecia en la Tabla 57, donde 1 indica presencia en el plan inicial y 0 indica ausencia en él. El detalle de todas las combinaciones se presenta en el Anexo 10.

**Tabla 57: Parque inicial Factible**

| Unidades presentes en el parque inicial |           |          |       |       |        | Potencia (kW)       |              |              |
|---|-----------|----------|-------|-------|--------|---------------------|--------------|--------------|
| CAT 3508                                | CAT 3508B | CAT 3412 | CUM 1 | CUM 2 | PETWOB | Capacidad Instalada | Reserva fría | Mayor unidad |
| 0                                       | 1         | 1        | 0     | 1     | 1      | 1440                | 596          | 590          |
| 0                                       | 1         | 1        | 1     | 0     | 1      | 1440                | 596          | 590          |
| 0                                       | 1         | 1        | 1     | 1     | 0      | 1440                | 596          | 590          |
| 0                                       | 1         | 1        | 1     | 1     | 1      | 1690                | 846          | 590          |
| 1                                       | 0         | 1        | 0     | 1     | 1      | 1580                | 736          | 730          |
| 1                                       | 0         | 1        | 1     | 0     | 1      | 1580                | 736          | 730          |
| 1                                       | 0         | 1        | 1     | 1     | 0      | 1580                | 736          | 730          |
| 1                                       | 0         | 1        | 1     | 1     | 1      | 1830                | 986          | 730          |
| 1                                       | 1         | 0        | 0     | 1     | 1      | 1820                | 976          | 730          |
| 1                                       | 1         | 0        | 1     | 0     | 1      | 1820                | 976          | 730          |
| 1                                       | 1         | 0        | 1     | 1     | 0      | 1820                | 976          | 730          |
| 1                                       | 1         | 0        | 1     | 1     | 1      | 2070                | 1226         | 730          |
| 1                                       | 1         | 1        | 0     | 0     | 0      | 1670                | 826          | 730          |
| 1                                       | 1         | 1        | 1     | 0     | 0      | 1920                | 1076         | 730          |
| 1                                       | 1         | 1        | 1     | 0     | 1      | 1920                | 1076         | 730          |
| 1                                       | 1         | 1        | 1     | 0     | 1      | 2170                | 1326         | 730          |
| 1                                       | 1         | 1        | 1     | 0     | 0      | 1920                | 1076         | 730          |
| 1                                       | 1         | 1        | 1     | 0     | 1      | 2170                | 1326         | 730          |
| 1                                       | 1         | 1        | 1     | 1     | 1      | 2170                | 1326         | 730          |
| 1                                       | 1         | 1        | 1     | 1     | 1      | 2420                | 1576         | 730          |

Se debe recordar que las unidades CUM 1, CUM 2 y PETWOB poseen la misma capacidad nominal de 250 kW, con lo cual las combinaciones con distinta capacidad instalada son sólo 10, y están dadas por:

**Tabla 58: Parque inicial factible sin repetición**

| Casos | Unidades presentes en el parque inicial |           |          |       |       | Potencia (kW) |                     |              |              |
|-------|---|-----------|----------|-------|-------|---------------|---------------------|--------------|--------------|
|       | CAT 3508                                | CAT 3508B | CAT 3412 | CUM 1 | CUM 2 | PETWOB        | Capacidad Instalada | Reserva fría | Mayor unidad |
| 1     | 0                                       | 1         | 1        | 0     | 1     | 1             | 1440                | 596          | 590          |
| 2     | 0                                       | 1         | 1        | 1     | 1     | 1             | 1690                | 846          | 590          |
| 3     | 1                                       | 0         | 1        | 1     | 1     | 0             | 1580                | 736          | 730          |
| 4     | 1                                       | 0         | 1        | 1     | 1     | 1             | 1830                | 986          | 730          |
| 5     | 1                                       | 1         | 0        | 1     | 0     | 1             | 1820                | 976          | 730          |
| 6     | 1                                       | 1         | 0        | 1     | 1     | 1             | 2070                | 1226         | 730          |
| 7     | 1                                       | 1         | 1        | 0     | 0     | 0             | 1670                | 826          | 730          |
| 8     | 1                                       | 1         | 1        | 0     | 1     | 0             | 1920                | 1076         | 730          |
| 9     | 1                                       | 1         | 1        | 0     | 1     | 1             | 2170                | 1326         | 730          |
| 10    | 1                                       | 1         | 1        | 1     | 1     | 1             | 2420                | 1576         | 730          |

Adicionalmente, de la tabla anterior se desprende que el caso 1, cuya capacidad instalada es de 1440 kW, no cumple con la capacidad mínima para ser considerado sistema mediano, y por ende no puede formar parte del conjunto de soluciones factibles para el parque inicial del proyecto de reposición eficiente. Específicamente, el DFL N° 4 establece en su artículo 173° que: “En los sistemas eléctricos cuya capacidad instalada de generación sea inferior a 200

*megawatts y superior a 1.500 kilowatts, en adelante, “sistemas medianos”, se deberá propender al desarrollo óptimo de las inversiones, así como operar las instalaciones de modo de preservar la seguridad del servicio en el sistema eléctrico, y garantizar la operación más económica para el conjunto de las instalaciones del sistema eléctrico.*

*En dichos sistemas se aplicarán las normas pertinentes respecto de las exigencias de seguridad y calidad de servicio, así como las normas de obligatoriedad y racionamiento establecidas en esta ley, conforme se establezca en el reglamento...”*

En el artículo anterior, quedan claramente establecidos los límites de potencia instalada para los sistemas medianos, y por tanto sólo 9 de los 10 subconjuntos señalados pueden constituir parques iniciales para el proyecto de reposición eficiente.

#### Elección de las soluciones de menor costo

Una vez que se conoce cuales son las soluciones factibles, se debe proceder a evaluarlas económicamente, a fin de determinar cuales son las instalaciones óptimas iniciales. Así, considerando los valores de inversión señalados, se tiene para cada uno de los casos factibles el valor del parque inicial, Tabla 59.

**Tabla 59: Valor de Inversión de los Parques Factibles Iniciales**

| Casos | Unidades presentes en el parque inicial |           |          |       |       |        | Potencia (kW)       |              |              | Valor Parque Inicial (US\$) |
|-------|---|-----------|----------|-------|-------|--------|---------------------|--------------|--------------|-----------------------------|
|       | CAT 3508                                | CAT 3508B | CAT 3412 | CUM 1 | CUM 2 | PETWOB | Capacidad Instalada | Reserva fría | Mayor unidad |                             |
| 2     | 0                                       | 1         | 1        | 1     | 1     | 1      | 1690                | 846          | 590          | 809.648                     |
| 3     | 1                                       | 0         | 1        | 1     | 1     | 0      | 1580                | 736          | 730          | 792.774                     |
| 4     | 1                                       | 0         | 1        | 1     | 1     | 1      | 1830                | 986          | 730          | 914.907                     |
| 5     | 1                                       | 1         | 0        | 1     | 0     | 1      | 1820                | 976          | 730          | 923.140                     |
| 6     | 1                                       | 1         | 0        | 1     | 1     | 1      | 2070                | 1226         | 730          | 1.045.274                   |
| 7     | 1                                       | 1         | 1        | 0     | 0     | 0      | 1670                | 826          | 730          | 835.314                     |
| 8     | 1                                       | 1         | 1        | 0     | 1     | 0      | 1920                | 1076         | 730          | 957.447                     |
| 9     | 1                                       | 1         | 1        | 0     | 1     | 1      | 2170                | 1326         | 730          | 1.079.581                   |
| 10    | 1                                       | 1         | 1        | 1     | 1     | 1      | 2420                | 1576         | 730          | 1.201.714                   |

Producto que cada uno de los planes condiciona las inversiones futuras, y que el desarrollo del sistema se realiza en función de unidades diesel y por tanto los costos de operación no son diametralmente diferentes entre cada plan inicial, se opta por analizar en detalle los tres casos más económicos, estos son:

- Caso 2:
  - Compuesto por las unidades CAT 3508 B, CAT 3412, CUM 1, CUM 2 y PETWOB, que forman una capacidad instalada de 1690 kW.
  - En este caso la unidad prescindible es el generador CAT 3508 de 730 kW.
- Caso 3:
  - Compuesto por las unidades CAT 3508, CAT 3412, CUM 1 y CUM 2, que forman una capacidad instalada de 1580 kW.
  - En este caso las unidades prescindibles son el generador CAT 3508 B y el generador PETWOB, que totalizan 840 kW.

- Caso 7:
  - Compuesto por las unidades CAT 3508, CAT 3508 B y CAT 3412, que forman una capacidad instalada de 1670 kW.
  - En este caso las unidades prescindibles son las unidades CUM 1, CUM 2 y el generador PETWOB, que totalizan 750 kW.

Para cada uno de los casos, se determina el proyecto de reposición eficiente y el costo total de largo plazo.

#### 8.1.1.2 Bloque 2: Cronograma de expansión óptimo

Este bloque, consiste en la determinación del conjunto de instalaciones a instalar durante el horizonte de estudio, tal que minimicen el costo de inversión y mantenimiento, cumplan el criterio de seguridad, habida consideración que las unidades existentes en el año base no son las actualmente instaladas en Puerto Williams, sino que corresponden a las unidades señaladas en el bloque de prescindibilidad, esto es, las indicadas previamente para los casos 2, 3 y 7.

Para cada uno de los subconjuntos, se realiza el procedimiento descrito para la determinación del plan de expansión óptimo en la sección 6.1.

#### Planificación con consideraciones Económicas

En primer lugar, se realiza la planificación de expansión de las unidades de generación a través del modelo Optgen.

**Tabla 60: Características unidades existentes y candidatas en Puerto Williams**

| Tipo de Unidad | Unidades | Capacidad (kW) | Consumo específico (lt/kWh) | Precio de combustible (US\$/lt) | Indisponibilidad (%) | CVNC US\$/MWh |           |        | Costo de Inversión (US\$) |
|----------------|----------|----------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------|---------------|-----------|--------|---------------------------|
|                |          |                |                             |                                 |                      | Base          | Semi Base | Punta  |                           |
| Existentes     | CAT3508  | 730            | 0,2937                      | 0,7614                          | 10,9%                | 22,01         | 30,82     | 77,04  | 286.807                   |
|                | CAT3412  | 350            | 0,2962                      | 0,7614                          | 10,4%                | 27,68         | 38,75     | 96,86  | 156.441                   |
|                | CAT3508B | 590            | 0,2603                      | 0,7614                          | 10,9%                | 29,48         | 41,27     | 103,17 | 392.066                   |
|                | CUMMINS1 | 250            | 0,2718                      | 0,7614                          | 10,0%                | 30,34         | 42,47     | 106,17 | 122.134                   |
|                | CUMMINS2 | 250            | 0,2780                      | 0,7614                          | 10,0%                | 30,34         | 42,47     | 106,17 | 122.134                   |
|                | PETWOB   | 250            | 0,2885                      | 0,7614                          | 10,0%                | 30,34         | 42,47     | 106,17 | 122.134                   |
| Candidatas     | MD-C15   | 360            | 0,2830                      | 0,7614                          | 10,4%                | 27,49         | 38,49     | 96,22  | 164.312                   |
|                | MD-C18   | 400            | 0,2828                      | 0,7614                          | 10,5%                | 26,84         | 37,58     | 93,95  | 167.741                   |
|                | MD-3412  | 540            | 0,2822                      | 0,7614                          | 10,9%                | 23,03         | 32,24     | 80,61  | 234.008                   |
|                | MD-3508B | 590            | 0,2603                      | 0,7614                          | 10,9%                | 29,48         | 41,27     | 103,17 | 392.066                   |
|                | MD-C32   | 800            | 0,2809                      | 0,7614                          | 10,9%                | 21,76         | 30,46     | 76,15  | 314.536                   |

En virtud que el parque inicial corresponde a un subconjunto de las unidades existentes presentadas en la Tabla 60, para efectos del proyecto de reposición eficiente se considerarán como candidatas todas aquellas unidades indicadas en dicha tabla y que no pertenecen al parque inicial factible (unidades existentes no utilizadas más unidades candidatas).

Se debe recordar, que el costo variable no combustible dependerá del tipo operación de la máquina, de esta forma, se procede a realizar un despacho preliminar del parque inicial sin consideración del CVNC, de donde se obtiene una operación previa, dependiendo de ella se asignan los CVNC y se realiza un nuevo despacho, corroborando que la nueva operación sea coherente con los CVNC, este proceso se repite hasta que exista plena coherencia entre la

operación y el CVNC empleado. De esta manera, finalmente para cada uno de los casos se tiene:

- Caso 2: CAT 3508 B operando en base, CAT 3412 operando en semi-base, CUM 1, CUM 2 y PETWOB operando en punta.
- Caso 3: CAT 3508 operando en base, CAT 3412 operando en semi-base, CUM 1 y CUM 2 operando en punta.
- Caso 7: Compuesto por las unidades CAT 3508 operando en semi-base, CAT 3508 B operando en base y CAT 3412 operando en punta.

Para las unidades no pertenecientes al parque inicial se asume que operarán en semi-base.

Con las consideraciones anteriores y utilizando la herramienta de planificación de inversiones, Optgen, para cada uno de los casos, se obtiene que no se requieren inversiones adicionales durante el horizonte de estudio, es decir que el parque inicial seleccionado, es aquel que minimiza los costos de inversión más operación a lo largo del horizonte de estudio.

**Tabla 61: Resultados Planificación óptima a partir de Optgen**

| Casos | Potencia Instalada (kW) | Inversión inicial US\$ | Planificación OPTGEN        |                             | Costo total (MMUS\$) |
|-------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|
|       |                         |                        | Costo de inversión (MMUS\$) | Costo de operación (MMUS\$) |                      |
| 2     | 1.690                   | 809.648                | 0                           | 6,3                         | 7,11                 |
| 3     | 1.580                   | 792.774                | 0                           | 6,76                        | 7,55                 |
| 7     | 1.670                   | 835.314                | 0                           | 6,29                        | 7,13                 |

Por lo tanto, si sólo se toma en cuenta el criterio económico el caso que presenta menores costos de inversión es el caso 2, teniendo presente que es tan sólo 0,3 % menor que el caso 7.

### Etapa 2: Planificación con consideraciones de seguridad

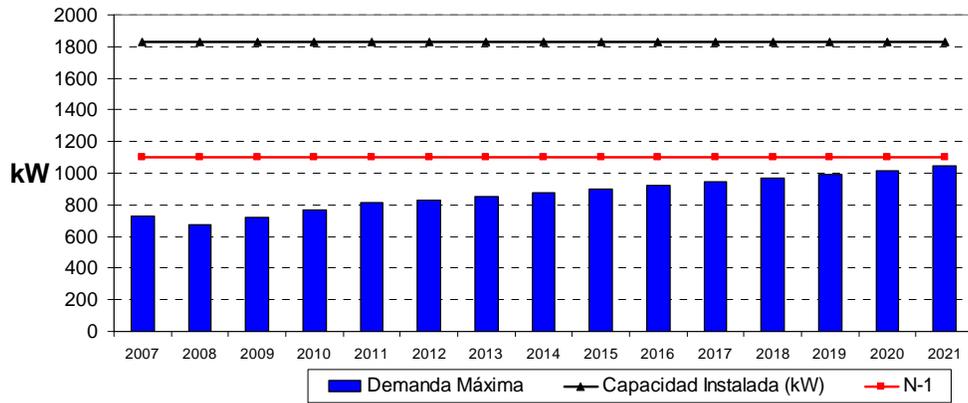
Una vez que se ha definido un cronograma óptimo de inversiones en generación, que en este caso corresponde a un cronograma sin inversiones, de acuerdo a consideraciones sólo económicas, se realiza un análisis respecto a la seguridad que brinda el sistema determinado.

Para realizar lo expuesto, se examina el cronograma obtenido según la Etapa 1, calculándose la reserva fría existente para cada año y determinándose la reserva fría mínima necesaria para cumplir con criterio N-1. Esta reserva fría debe ser por lo menos igual a la potencia de la mayor unidad existente cada año en el sistema.

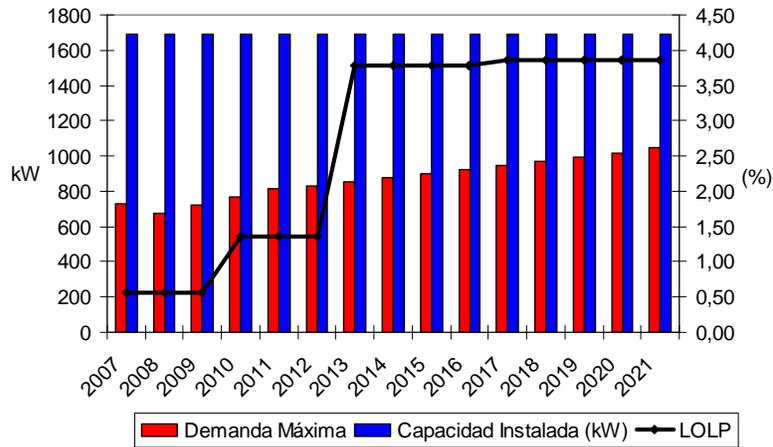
Bajo la consideración descrita, al observar el no cumplimiento de la capacidad de reserva fría mínima para el criterio N-1, se procede a incorporar en los últimos años del período de planificación, una unidad adicional a las determinadas preliminarmente en la Etapa 1.

A continuación, se analizará gráficamente el criterio de seguridad para cada uno de los parques iniciales factibles (Caso 2, 3 y 7).

- Caso 2: CAT 3508 B, CAT 3412, CUM 1, CUM 2 y PETWOB.



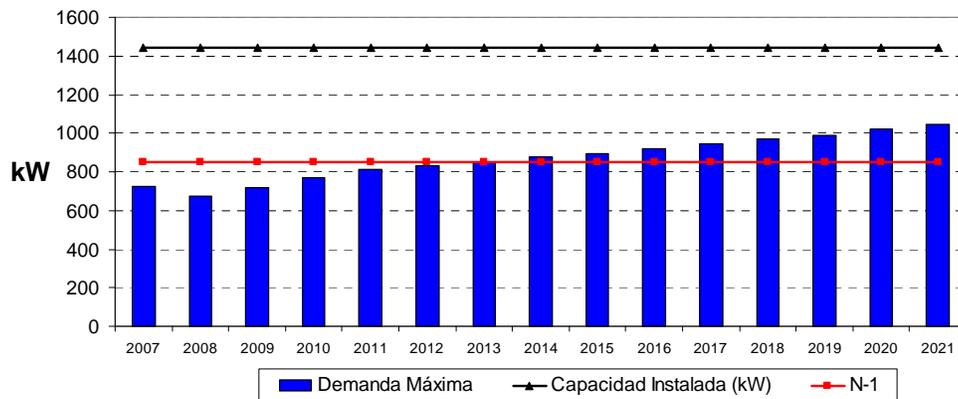
**Figura 30: Criterio de seguridad Caso 2**



**Figura 31: LOLP Caso 2**

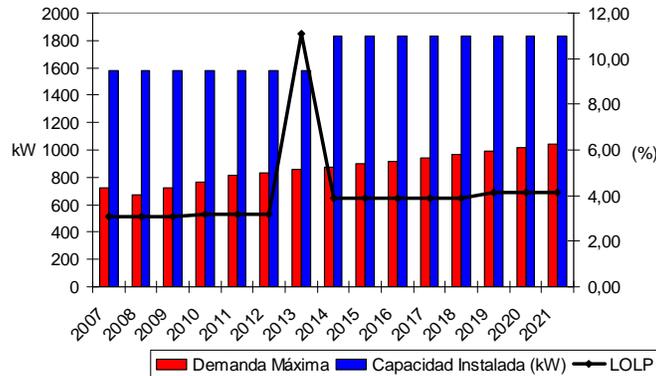
De donde se observa, que el caso 2 cumple el criterio de seguridad durante todo el horizonte de estudio, presentando una probabilidad de pérdida de carga máxima de 4 %.

- Caso 3: CAT 3508, CAT 3412, CUM 1, CUM 2.



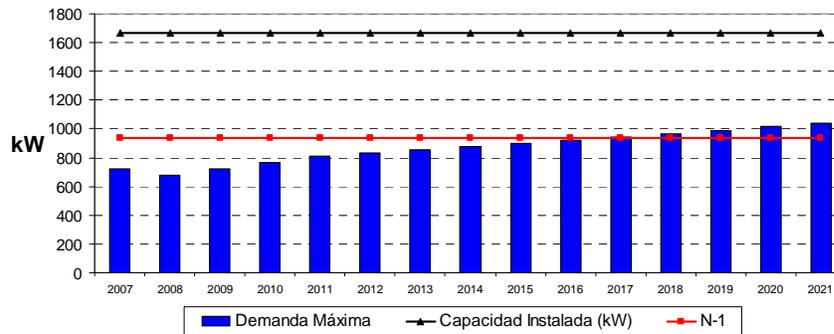
**Figura 32: Criterio de seguridad Caso 3**

De la Figura 32 se desprende que a partir del año 2014, no se da cumplimiento del criterio (N-1), situación que gatilla la instalación de una unidad de 250 kW (PETWOB). Con lo cual se logra la probabilidad de pérdida de carga indicada en la Figura 33, con un peak de 10 % el año 2013 para volver a 4 % luego de la instalación de la nueva unidad.



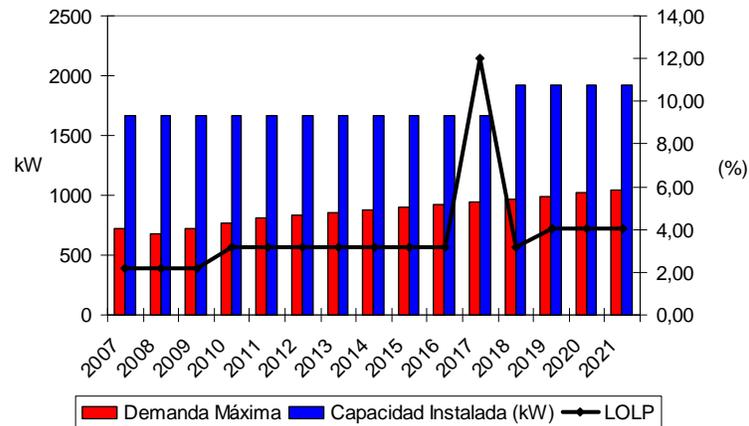
**Figura 33: LOLP Caso 3**

- Caso 7: CAT 3508, CAT 3508 B, CAT 3412.



**Figura 34: Criterio de Seguridad Caso 7**

A partir del gráfico anterior, Figura 34, es posible notar que en el año 2018 se deja de cumplir el criterio N-1, siendo necesaria la instalación de una nueva unidad de 250 kW (CUM 1) para volver a conseguirlo. El nuevo cronograma presenta la siguiente probabilidad de pérdida de carga:



**Figura 35: LOLP Caso 7**

De donde es posible apreciar un peak de 12 % en el año 2017, valor que retorna al 4 % luego de la instalación de la nueva unidad.

El resumen de costos a partir de las etapas 1 y 2 se presenta en la Tabla 62, siendo posible observar que el menor costo está dado por el caso 2, el cual es 6,6 % menor que el caso 3 y 0,8 % menor que el caso 7.

**Tabla 62: Plan de Reposición Eficiente**

| Casos | Potencia Instalada (kW) | Etapas Prescindibilidad: Inversión inicial (US\$) | Etapas Optgen: Costo de operación total (MMUS\$) | Etapas Seguridad: Costo Inversión Adicional (US\$) | Costo Total (MMUS\$) | Cronograma de inversiones por Seguridad |             |                  |
|-------|-------------------------|---|--|--|----------------------|---|-------------|------------------|
|       |                         |   |  |  |                      | Unidad                                  | Tamaño (kW) | Fecha de ingreso |
| 3     | 1.580                   | 792.774   | 6,76   | 56.976   | 7,61                 | CUM 1                                   | 250         | Ene-14           |
| 2     | 1.690                   | 809.648   | 6,3  | -  | 7,11                 |   |             |                  |
| 7     | 1.670                   | 835.314   | 6,29   | 47.087   | 7,17                 | CUM 1                                   | 250         | Ene-18           |

## 8.2 Costos de personal e infraestructura y gastos fijos anuales del Proyecto de Reposición Eficiente

Para calcular los costos de operación y mantenimiento en Puerto Williams, se definió un equipo de personal e instalaciones en concordancia con los equipos y labores de mantenimiento requeridos para operar una planta generadora de acuerdo con el Plan de Reposición Eficiente. En cuanto a las labores administrativas, planificación y apoyo se concentran en las oficinas de Edelmag en Punta Arenas, y que deben ser costeadas en conjunto por todos los sistemas regulados que administra la empresa, se utilizaron los resultados del Estudio de Tarifación de Sistemas Medianos de 2006 para valorizar y distribuir aquella fracción de los gastos indirectos que corresponde ser financiados por la unidad de generación de Puerto Williams.

### 8.2.1 Costos de Directos de Personal

Considera el personal necesario en Puerto Williams para la operación y el mantenimiento básico de las instalaciones de generación y transmisión especificadas en el Proyecto de Reposición Eficiente. El costo total anual de personal es de MM\$ 80,5 (Tabla 63), tomando como base el valor de mercado de las compensaciones totales (sueldo base, bonos, participación en utilidades), de acuerdo con las estadísticas del estudio de Ernst & Young de 2006.

**Tabla 63: Costos Directos de Personal**

| Empleado        | Clasificación E&Y 2006 | Número de empleados | Compensación promedio (M\$/año/empleador) | Costo Total (M\$ / año) | Costo informado por Edelmag (M\$ / año) |
|-----------------|------------------------|---------------------|---|-------------------------|---|
| Jefe de central | N-4                    | 0,5                 | 34.374                                    | 17.187                  | 12.126                                  |
| Operador        | N-8aaaa                | 5                   | 9.440                                     | 47.200                  | 40.149                                  |
| Mecánico        | N-7                    | 1                   | 16.153                                    | 16.153                  | 11.598                                  |
| <b>TOTAL</b>    |                        |                     |   | <b>80.539</b>           | <b>63.872</b>                           |

Se observa que la Empresa tiene niveles de remuneración menores a los del promedio de mercado. Como consecuencia de lo anterior resulta que el costo total de la nómina de personal que actualmente tiene Edelmag valorizado a precios de mercado resulta mayor que el mismo costo pero valorizado a los costos reales de la Empresa. De manera tal de reflejar la eficiencia del mercado, se opta por mantener la valorización obtenida a través del estudio de remuneraciones de Ernst & Young de 2006.

### 8.2.2 Costos Fijos directos de Mantenimiento

Se incluyeron todos aquellos gastos originados en Puerto Williams, relacionados directamente con el mantenimiento preventivo de los equipos de la infraestructura, sistemas asociados y los equipos de subtransmisión. Los costos asociados al mantenimiento de equipos eléctricos de generación no fueron considerados, ya que se encuentran contabilizados entre los Costos Variables No Combustibles (CVNC).

El costo total de mantenimiento anual depende del número de generadores instalados ese año y del número de cabeceras de alimentadores en la subestación; se asumió una variación lineal del costo de mantención de SE elevadora y estanques de combustible en función del número de generadores, así como de los costos de la SE de transmisión en función de la cantidad de alimentadores. Como se muestra en la Tabla 64, el costo de mantenimiento preventivo es de MM\$ 6,6 para el caso de cuatro generadores instalados y tres cabeceras de alimentadores.

Asimismo, se consideraron entre los costos directos una serie de gastos varios realizados en Puerto Williams, que si bien están relacionados indirectamente con las actividades de generación eléctrica, son necesarios para el correcto desempeño del personal y funcionamiento de las instalaciones (Tabla 65). El costo total estimado para estos gastos es de MM\$ 44,2.

**Tabla 64: Costos Directos de Mantenimiento preventivo**

| Item                                       | Segmento Tarifario | Total (M\$/año) |
|--|--------------------|-----------------|
| Generadores                                | Gx                 | -               |
| Subestación elevadora                      | Gx                 | 516             |
| Subestación de transmisión                 | Tx                 | 1.119           |
| Estanques de almacenamiento de combustible | Gx                 | 1.000           |
| Terreno                                    | Gx & Tx            | 2.400           |
| Sistema de vigilancia                      | Gx & Tx            | 600             |
| Sistema de abastecimiento de agua          | Gx & Tx            | 1.000           |
| <b>TOTAL</b>                               |                    | <b>6.635</b>    |

**Tabla 65: Gastos Varios en Puerto Williams**

| <b>Item</b>                            | <b>Total<br/>(M\$/año)</b> |
|--|----------------------------|
| Materiales de Oficina                  | 170,0                      |
| Materiales Diversos                    | 1.278,3                    |
| Combust. y Lubric. Vehículos           | 1.695,0                    |
| Materiales Computación                 | 92,6                       |
| Ropa Trabajo y Seguridad               | 555,8                      |
| Materiales Mantenimiento Edificios     | 2.416,7                    |
| Materiales de Aseo                     | 134,9                      |
| Materiales para Vehículos              | 216,1                      |
| Otros Arriendos                        | 299,5                      |
| Mantenc. Edificios y Construcción      | 1.654,4                    |
| Mantenc. Vehículos                     | 128,9                      |
| Mantenimiento Extintores               | 99,6                       |
| Reparación Maquinarias y Equipos       | 46,9                       |
| Reparación Vehículos                   | 15,0                       |
| Servicio de Agua                       | 133,1                      |
| Servicio de Gas                        | 1.909,2                    |
| Telecomunicaciones                     | 1.589,6                    |
| Correo                                 | 176,4                      |
| Servicios Administrativos              | 144,4                      |
| Asesorías Técnicas                     | 492,4                      |
| Asesorías Diversas                     | 620,0                      |
| Fotocopias                             | 1,3                        |
| Seguros Vehículos                      | 12,0                       |
| Aseo Oficina y Dependencias            | 504,0                      |
| Seguros Maquinarias y Edificios        | 396,0                      |
| Seguros para el Personal               | 94,0                       |
| Enlace Entel                           | 1.020,8                    |
| Disposición de Residuos Peligros       | 2.520,0                    |
| Telefonía Celular                      | 159,7                      |
| Pasajes                                | 4.980,0                    |
| Gastos Desplazamiento                  | 4.160,1                    |
| Viáticos                               | 10,4                       |
| Fletes                                 | 3.226,7                    |
| Gastos Notariales                      | 91,0                       |
| Libros, Revistas y Diarios             | 386,0                      |
| Aportes a la Comunidad                 | 6,9                        |
| Capacitación                           | 429,2                      |
| Eventos Sociales                       | 186,4                      |
| Colaciones                             | 109,7                      |
| Estudio Tarifario Sist. Medianos (1/3) | 12.102,0                   |
| <b>TOTAL</b>                           | <b>44.265,0</b>            |

---

### 8.2.3 Costos Fijos Indirectos de Generación

Se incluyeron en estos costos todos los gastos de administración y apoyo asociados a labores de Generación y Transmisión, que se llevan a cabo en las oficinas de Edelmag en Punta Arenas, y que deben ser redistribuidos entre los cuatro sistemas medianos que administra. Los siguientes rubros fueron considerados para la valorización de los gastos fijos:

- Gastos típicos de oficina: papelería y útiles, mantención de equipos y muebles, correo, servicios públicos, seguros, gastos varios de administración e impuestos.
- Edificios: alquiler y limpieza.
- Gastos de carácter general: reembolsos de gastos de movilidad, refrigerios, comidas, alojamientos, afiliaciones, comunicación e imagen, gastos de representación.
- Comunicaciones: telefonía y transmisión de datos, telefonía móvil.
- Gastos relacionados con la Dirección Estratégica: estudios externos de apoyo jurídico o vigilancia administrativa.
- Informática.
- Vehículos.

El estudio de SSMM Edelmag 2006 realizó el cálculo de los costos indirectos para una empresa modelo operando en el área de concesión de Edelmag, incluyendo todas sus administraciones zonales, estimándose un costo total de MM\$1.822,8. La Tabla 66 muestra la asignación de estos costos por área funcional, y la Tabla 67 muestra los totales asignados a Generación en Puerto Williams, que corresponden a MM\$ 93,1.

Para incorporar dichos valores en este estudio de tarificación, los montos fueron actualizados a valores del año 2006 de acuerdo con las variaciones en el Índice de Precios al Consumidor (IPC) en las partidas correspondientes a materiales y servicios, y por la variación porcentual de Índice de Remuneraciones (IR) en el caso de los costos de personal. Al igual que en dicho estudio, nuestro análisis no consideró entre los costos indirectos aquella fracción asignada a labores comerciales, sino sólo aquellos relacionados con la explotación técnica y la administración.

Factores de Actualización:

- Variación IPC (Dic/2004- Dic/2006): 5,89%
- Variación IR para el sector Electricidad, Gas y Agua (Dic/2004- Dic/2006): 11,64%

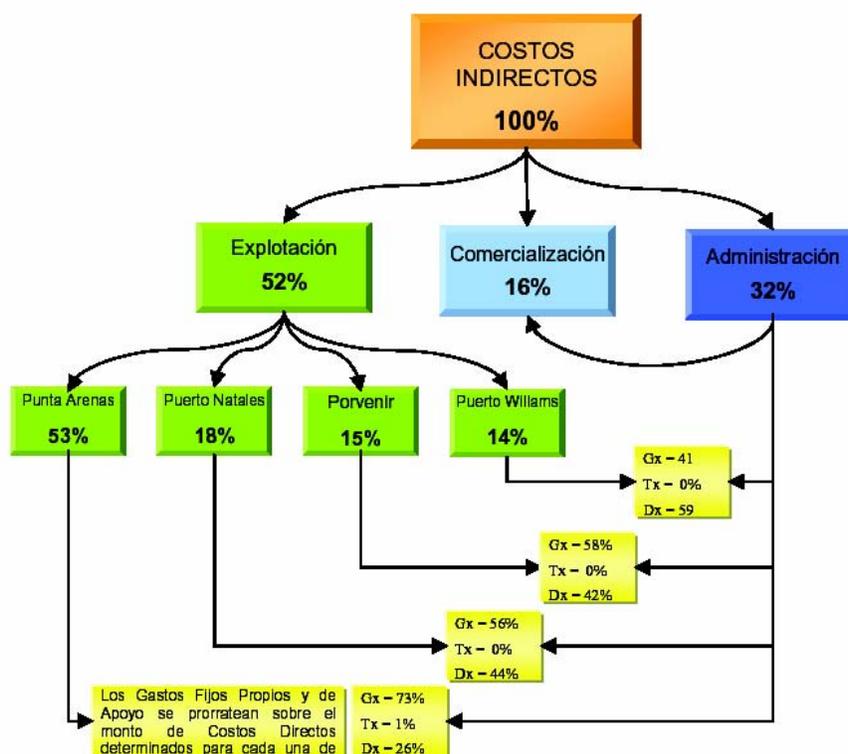
La redistribución de los Costos Indirectos calculados para Edelmag en su conjunto se realizó de acuerdo con los porcentajes determinados en el Estudio de Tarificación de Sistemas Medianos (Figura 36), donde el criterio utilizado es básicamente asignarlos en igual proporción que la distribución que presentan los Costos Directos de Generación. La fracción total de Costos Indirectos asignada a Puerto Williams se resume en la Tabla 68.

**Tabla 66: Costos Indirectos por Áreas Funcionales (millones de CH\$)**

| Concepto                | Punta Arenas | Puerto Natales | Porvenir | Puerto Willamas | Comercial | Apoyo | Total   |
|-------------------------|--------------|----------------|----------|-----------------|-----------|-------|---------|
| Personal                | 216,1        | -              | -        | -               | -         | 502,3 | 718,4   |
| Materiales              | 18,8         | 8,7            | 8,5      | 8,4             | 8,6       | 17,0  | 70,0    |
| Servicios               | 279,7        | 94,1           | 81,7     | 73,8            | 169,0     | 336,0 | 1.034,3 |
| Total Costos Indirectos | 514,6        | 102,8          | 90,2     | 82,2            | 177,6     | 855,3 | 1.822,8 |

**Tabla 67: Costos Indirectos por Segmento Tarifario (millones de CH\$)**

| Concepto                   | Punta Arenas | Puerto Natales | Porvenir | Puerto Willamas | Total   |
|----------------------------|--------------|----------------|----------|-----------------|---------|
| Generación (Gx)            | 779,0        | 162,2          | 142,9    | 93,1            | 1.177,2 |
| Transmisión (Tx)           | 5,8          | -              | -        | -               | 5,8     |
| Explotación Técnica (Dx)   | 184,5        | 93,5           | 77,3     | 106,8           | 462,2   |
| Explotación Comercial (Gx) | 94,4         | 31,8           | 27,0     | 24,4            | 177,6   |
| Total Costos Indirectos    | 1.063,7      | 287,5          | 247,2    | 224,3           | 1.822,8 |



**Figura 36: Porcentajes de Asignación de los Costos Indirectos**

**Tabla 68: Costos Indirectos asignados a Puerto Williams**

| Item                    | Estudio Tarifario<br>2004<br>MM(\$) | Factor de<br>Actualizacion | Total<br>Actualizado<br>2006<br>MM(\$) |
|-------------------------|-------------------------------------|----------------------------|--|
| Personal                | 30,90                               | 11,64%                     | 34,50                                  |
| Gastos Indirectos en PA | 1,50                                | 5,89%                      | 1,59                                   |
| Servicios en PA         | 26,50                               | 5,89%                      | 28,06                                  |
| <b>TOTAL</b>            | <b>58,90</b>                        |                            | <b>64,15</b>                           |

#### 8.2.4 Inversión en Infraestructura Asociada a las Instalaciones de Generación y Transmisión

Se cuantificaron las inversiones en terrenos, edificios, vehículos y repuestos necesarios para instalar y operar los sistemas de generación y transmisión eléctrica en Puerto Williams. La Tabla 69 muestra un resumen de las inversiones no eléctricas consideradas en el estudio, que alcanzan un total de MM\$ 588,7

**Tabla 69: Inversión en Infraestructura No Eléctrica**

| Infraestructura no eléctrica                                  | Cantidad | Unidad | Costo Unit.<br>(US\$/m <sup>2</sup> ) | Costo Total<br>(M\$) |
|---|----------|--------|---------------------------------------|----------------------|
| Compra del terreno  |          |        |                                       | 8.824                |
| Preparación del terreno                                       |          |        |                                       | 58.898               |
| Edificio central generadora (Caterpillar)                     | 164,72   | m2     | 504                                   | 43.799               |
| Galpón para unidades Cumming                                  | 50,64    | m2     | 504                                   | 15.048               |
| Galpón para sala de comando y oficinas                        | 80       | m2     | 504                                   | 21.272               |
| Almacenamiento de combustible                                 |          |        |                                       | 35.684               |
| Equipamiento Sala de comando                                  |          |        |                                       | 5.609                |
| Caseta contra incendio  | 16       | m2     | 335                                   | 2.828                |
| Bodega de generación  | 50,64    | m2     | 335                                   | 8.950                |
| Bodega general  | 199,395  | m2     | 335                                   | 35.241               |
| Bodega de elementos sucios                                    | 14,4     | m2     | 335                                   | 2.545                |
| Bodega residuos peligrosos                                    | 15,4     | m3     | 335                                   | 8.006                |
| Caseta hidropack  | 5,187    | m2     | 335                                   | 917                  |
| Varios relacionados con SSAA                                  |          |        |                                       | 8.758                |
| Camión grúa   | 50%      |        |                                       | 38.983               |
| Camioneta   |          |        |                                       | 8.969                |
| Casa Mecanico   |          |        |                                       | 18.430               |
| Casa Administrador  | 50%      |        |                                       | 49.775               |
| Terreno Casa Administrador                                    | 50%      |        |                                       | 3.928                |
| Equipamiento de comunicaciones                                |          |        |                                       | 7.163                |
| Amoblado  |          |        |                                       | 2.376                |
| Herramientas  |          |        |                                       | 21.962               |
| Equipamiento informático, licencias                           |          |        |                                       | 1.583                |
| Equipamiento e implementacion NT SyCS P.Williams              |          |        |                                       | 34.667               |
| Stock de repuestos  |          |        |                                       | 21.103               |
| Recargo por aislamiento (aplica a los ítemes de construcción) |          |        |                                       | 123.394              |
| <b>TOTAL</b>  |          |        |                                       | <b>588.712</b>       |

Para valorizar las edificaciones se utilizó como base el Informe de Tasación de Cruz & Dávila Ingenieros Consultores que formó parte del estudio de SSMM Edelmag 2006, donde se informan los costos de construcción de bodegas, talleres, salas de máquinas y recintos interiores, para las instalaciones de Punta Arenas, Puerto Natales y Porvenir. Para obtener los valores de edificación en Puerto Williams, se utilizó el valor promedio de construcción en Punta Arenas y se le aplicó un recargo por aislamiento de 73%, que incluye fletes P. Arenas-P. Williams y mayores gastos generales.

Los costos de construcción en Punta Arenas (actualizados a Dic-2006 por variación de IPC) son los siguientes:

- Costo promedio de construcción de Bodegas y Talleres: 334,9 US\$/m<sup>2</sup>
- Costo promedio de construcción de Sala de Máquinas: 386,8 US\$/m<sup>2</sup>
- Costo promedio de Sala de Máquinas incluyendo recintos interiores: 503,9 US\$/m<sup>2</sup>

El costo en Punta Arenas ya considera un recargo de 25-30% debido a los factores regionales que implican un mayor valor tanto para los materiales como para la mano de obra.

### 8.2.5 Asignación de costos a las unidades de Generación y Transmisión

Los costos directos e indirectos fueron distribuidos entre los segmentos de Generación o Transmisión en función de la naturaleza del equipo que da origen al gasto. En aquellos casos en que los gastos corresponden a instalaciones o actividades compartidas por generación y transmisión, la distribución se realizó en virtud de la participación de cada segmento en los costos directos de mantención, incluidos los costos variables no combustibles (Tabla 70).

En el caso de las inversiones, la distribución de la infraestructura compartida por generación y transmisión se realizó en función de la inversión en equipos eléctricos asociados a generación o transmisión, respectivamente.

**Tabla 70: Porcentajes de distribución de Costos e Inversiones entre segmentos de Generación y Transmisión**

|   | Gx           | Tx          |
|---|--------------|-------------|
| Costos Directos de Mantenimiento (MM\$) | 1,52         | 1,12        |
| CVNC (MM\$)                             | 48,25        | -           |
| <b>% Asignación Costos</b>              | <b>97,8%</b> | <b>2,2%</b> |
| Inversión en equipos eléctricos (MM\$)  | 424,6        | 29,2        |
| <b>% Asignación Inversiones</b>         | <b>93,6%</b> | <b>6,4%</b> |

Finalmente, en la Tabla 71 se resumen los costos de operación, mantenimiento y administración de la Empresa de reposición eficiente del Sistema Mediano Puerto Williams, tanto los costos totales como los montos asignados a los segmentos de Generación y Transmisión. Existen algunas partidas de gastos e inversiones que son variables, y cuyo costo final depende del número y/o tipo de generadores instalados (ej: mantenimiento de equipos, galpones, estanques). En el resumen de la tabla se muestran los totales adaptados para tres generadores *Caterpillar* y tres generadores *Cummins*; no obstante lo anterior, para el cálculo del Costo Total de Largo Plazo (CTLTP) se asumió que estos gastos o inversiones variables se ajustan proporcionalmente al número y tipo de unidades definidos por el plan de reposición eficiente.

**Tabla 71: Costos de Operación, Mantenimiento y Administración del Sistema Mediano Puerto Williams.**

| Costos Fijos Directos de Generación |                |   |                | Gx (M\$/año) | Tx (M\$/año)   | Total (M\$/año) |
|-------------------------------------|----------------|---|----------------|--------------|----------------|-----------------|
| Por generador                       | nº generadores | 4 | 516,0          | -            | 516,0          |                 |
| Personal                            |                |   | 78.768         | 1.771        | 80.539         |                 |
| Costo Fijo propio (Gx o Tx)         |                |   | 1.000          | 1.119        | 2.119          |                 |
| Costo Fijo en comun                 |                |   | 47.204         | 1.061        | 48.265         |                 |
| <b>Total</b>                        |                |   | <b>127.488</b> | <b>3.951</b> | <b>131.439</b> |                 |

| Costos Fijos Indirectos de Generación |  |  |               | Gx (M\$/año) | Tx (M\$/año)  | Total (M\$/año) |
|---------------------------------------|--|--|---------------|--------------|---------------|-----------------|
| Costo Indirecto en comun              |  |  |               | 62.735       | 1.411         | 64.146          |
| <b>Total</b>                          |  |  | <b>62.735</b> | <b>1.411</b> | <b>64.146</b> |                 |

| Costo de Inversión en Infraestructura asociada |                |   |                | Gx (M\$/año)  | Tx (M\$/año)   | Total (M\$/año) |
|--|----------------|---|----------------|---------------|----------------|-----------------|
| Por generador Caterpillar                      | nº generadores | 3 | 43.799         | -             | 43.799         |                 |
| Por generador Cummins                          | nº generadores | 3 | 15.048         | -             | 15.048         |                 |
| Por cada generador                             | nº generadores | 6 | 2.110          | -             | 2.110          |                 |
| Inversión propia                               |                |   | 42.524         | -             | 42.524         |                 |
| Inversión en comun                             |                |   | 454.039        | 31.192        | 485.231        |                 |
| <b>Total</b>                                   |                |   | <b>557.519</b> | <b>31.192</b> | <b>588.712</b> |                 |

## 8.3 Costo Total de Largo Plazo

### 8.3.1 Objetivos y Contexto

En el Reglamento de Valorización y Expansión de los Sistemas Medianos se establece, en el Artículo 33, que el Costo Total de Largo Plazo es aquel valor anual constante requerido para cubrir los costos de explotación e inversión, en que se incurra durante el período tarifario de cuatro años que suceda a la fijación, de un Proyecto de Reposición que minimiza el total de los costos de inversión y explotación de largo plazo del servicio.

A su vez, se establece en el Reglamento que los precios regulados a nivel de generación y de transmisión o precios de nudo de cada Sistema Mediano, serán informados por la Comisión Nacional de Energía de acuerdo al CID y el CTLTP que se determine en el presente Estudio. La estructura general de las tarifas estará basada en el CID de cada segmento. Sin embargo, el nivel general de tarifas deberá ser suficiente para cubrir el CTLTP del segmento correspondiente.

En los casos en que las instalaciones de generación y de transmisión, o una proporción de ellas mayor al 50%, pertenezcan a una misma empresa con sistemas verticalmente

integrados, el nivel de tarifas de las instalaciones correspondientes se fijará de modo de cubrir el CTLP global de la Empresa, incorporando las economías de ámbito que resulten pertinentes.

En el Artículo 39 se establece que la estructura tarifaria de los precios regulados a nivel de generación y de transmisión o precios de nudo de cada Sistema Mediano estará compuesta por los siguientes cargos tarifarios:

- Un cargo de Potencia, denominado precio de nudo de potencia, correspondiente a los costos de desarrollo de generación y transporte de potencia hasta el nudo respectivo. El precio de nudo de potencia se establecerá en \$/kW/mes.
- Un cargo de energía, denominado precio de nudo de energía, correspondiente a los costos de generación y de transporte de energía hasta el nudo respectivo. El precio de nudo de energía se establecerá en \$/kWh.

El Artículo 40 referencia a que el cargo de potencia se establecerá para cada nudo de retiro del Sistema Mediano, considerando entre otras variables el costo de desarrollo de la potencia de punta y los factores de penalización de potencia de punta asociados a la demanda de potencia en el nudo respectivo.

Finalmente, se indica en el Artículo 41 que el cargo de energía se determinará en cada nudo de retiro del Sistema Mediano considerando el CID asignado a cada uno de ellos. Su nivel deberá ser ajustado de modo de cubrir el CTLP del segmento de generación y transmisión correspondiente, deducido los ingresos esperados por aplicación del cargo de potencia, de acuerdo al procedimiento que establezca la norma técnica.

### **8.3.2 Metodología de Cálculo del Costo Total de Largo Plazo (CTLP).**

En las bases técnicas que rigen al presente estudio, específicamente en el anexo N° 2 de dichas bases, denominado: “Determinación del Costo Total de Largo Plazo”, se establece que el período a considerar para el cálculo del CTLP es tres años y corresponde a los años 2008, 2009 y 2010. No obstante, el proyecto de reposición eficiente ha sido concebido para satisfacer la demanda inicial y proyectada de la empresa a partir del año 2006.

A continuación, se establece la metodología utilizada para determinar el Costo Total de Largo Plazo del Sistema Mediano de Puerto Williams. El cálculo del CTLP se realiza separadamente para los componentes de generación y transmisión, para luego sumarlos y obtener el CTLP global.

#### **8.3.2.1 Costo Total de Largo Plazo para Generación**

El Cálculo de la componente del Costo Total de Largo Plazo correspondiente a las instalaciones de generación, determinadas según el Proyecto de Reposición Eficiente, es de la siguiente forma:

$$CTLPG = \left( \sum_{t=1}^T \frac{[AVIG_{(2007+t)} + COMA_{(2007+t)}]}{(1+r)^t} \right) \cdot \left( \frac{r \cdot (1+r)^T}{(1+r)^T - 1} \right)$$

Donde:

*CTLPG* : Costo Total de Largo Plazo correspondiente a las instalaciones de generación, en \$/año.

*AVIG<sub>t</sub>* : Anualidad<sup>9</sup> del Valor de Inversión de las instalaciones de generación incluidas en Plan de Reposición Eficiente, efectuadas antes o durante el año t, en \$/año.

*COMAG<sub>t</sub>* : Costo de operación, falla, mantenimiento, administración y comercialización<sup>10</sup> determinado para el año t de acuerdo al Proyecto de Reposición Eficiente y asignado al segmento de generación, en \$/año.

T : Número de años considerados en el periodo tarifario (3 años).

### 8.3.2.2 Costo Total de Largo Plazo para Transmisión

El Cálculo de la componente del Costo Total de Largo Plazo correspondiente a las instalaciones de transmisión, determinadas según el Proyecto de Reposición Eficiente, es de la siguiente forma:

$$CTLPL = \left( \sum_{t=1}^T \frac{[AVIL_{(2007+t)} + COMAL_{(2007+t)}]}{(1+r)^t} \right) \cdot \left( \frac{r \cdot (1+r)^T}{(1+r)^T - 1} \right)$$

*CTLPG* : Costo Total de Largo Plazo correspondiente a las instalaciones de transmisión, en \$/año.

*AVIL<sub>t</sub>* : Anualidad<sup>9</sup> del Valor de Inversión de las instalaciones de transmisión incluidas en el Plan de Reposición Eficiente, efectuadas antes o durante el año t, en \$/año.

<sup>9</sup> Las anualidades *AVIG<sub>t</sub>* y *AVIL<sub>t</sub>* se determinan considerando el valor de inversión de las respectivas instalaciones, descontando el valor residual de cada una de ellas al final del período de planificación, actualizado al año t, y considerando en el cálculo de las actualizaciones y anualidades respectivas, una tasa de actualización de 10% anual.

<sup>10</sup> Los costos de operación y falla, mantenimiento, administración y comercialización considerados para un año t cualquiera, son estimados asumiendo que se hacen efectivos en la mitad del respectivo año, por lo cual, deben ser llevados a valores correspondientes a final de cada año para efectos de ser incorporados en las fórmulas precedentes.

$COMAL_t$  : Costo de operación, falla, mantenimiento, administración y comercialización<sup>10</sup> determinado para el año t de acuerdo al Proyecto de Reposición Eficiente y asignado al segmento de transmisión, en \$/año.

T : Número de años considerados en el periodo tarifario (3 años).

### 8.3.2.3 Costo Total de Largo Plazo para Generación y Transmisión

Finalmente, una vez calculados los componentes correspondientes a las instalaciones de generación y transmisión, el Costo Total de Largo Plazo corresponde a la suma de estos dos términos, es decir:

$$CTLP = CTLPG + CTLPL$$

### 8.3.2.4 Costo Total de Largo Plazo en el Sistema de Puerto Williams

De acuerdo al procedimiento expuesto en la sección 8.3.2 se procedió a determinar el valor actual de las inversiones en generación, transmisión e infraestructura del proyecto de reposición eficiente, para cada uno de los casos previamente determinados (sección 8.1) y de los costos fijos (sección 8.2) y variables de operación en Puerto Williams. Producto de lo anterior, se obtuvo el valor presente de los costos en que incurrirá la Empresa en el período tarifario 2008-2010.

Es importante señalar, que en el proyecto de reposición eficiente, para todos los casos en análisis, sólo se consideró el valor de las unidades generadoras, sin tomar en cuenta los equipos asociados, ello en virtud que si el problema relajado no presenta inversiones a lo largo del horizonte de estudio, el problema con la consideración de todos los costos tampoco lo hará. Sin embargo, en el costo total de largo plazo se deben reflejar todas las partidas de costos eficientes, y por ende en esta sección se consideran los siguientes módulos para el proyecto de reposición eficiente:

- Módulo Cabecera de Alimentador: compuesto por dos desconectadores cuchilla, un interruptor, tres transformadores de corriente monofásicos y tres pararrayos.
- Módulo Barra Subestación: compuesto por dos desconectadores fusible, dos desconectadores cuchilla, tres transformadores de potencial monofásicos, un transformador para servicios auxiliares y la barra de transferencia.
- Módulo de Generación: compuesto por el grupo unidad de generación más interruptor, un transformador elevador para evacuar la potencia, un desconectador fusible.

Se debe señalar que los equipos de medida están incorporados en la Tabla 69 en el registro Equipamiento e implementación NTSyCS en Puerto Williams.

La separación indicada, difiere de los módulos utilizados en la valorización de la Empresa, dado que incluye en el generador tanto el transformador elevador como el desconectador fusible que conecta a dicho transformador con la barra de transferencia, esto en función que

de requerirse más unidades generadoras no se modifica la barra sino que sólo se incorpora el módulo de generación de reposición eficiente, facilitando la modelación y determinación del proyecto de reposición eficiente y del costo total de largo plazo. Específicamente los módulos considerados, con sus respectivos costos y características técnicas son:

**Tabla 72: Módulo Alimentador del proyecto de reposición eficiente**

| Módulo Alimentador | Equipo                     | Detalle                       | Cantidad | Costo Unitario (\$) | Costo Total (\$) | Costo Alimentador (\$) | Costo Alimentador (US\$) |
|--------------------|----------------------------|-------------------------------|----------|---------------------|------------------|------------------------|--------------------------|
| Alimentador 1      | Desconectador Cuchilla     | S&C, 15kV                     | 2        | 184.377             | 368.755          | 14.256.696             | 27.023                   |
|                    | Interruptor                | NOVA Form 6, 15kV, 650A       | 1        | 9.999.155           | 9.999.155        |                        |                          |
|                    | Transformador de Corriente | Areva, 25x50/5-5A, 15kV, 50Hz | 3        | 1.116.567           | 3.349.702        |                        |                          |
|                    | Pararrayo Monofásico       | Générico                      | 3        | 179.695             | 539.084          |                        |                          |

**Tabla 73: Módulo Barra de Subestación del proyecto de reposición eficiente**

| Tipo de Equipo                     | Detalle                               | Cantidad | Costo Unitario Consultor (\$) | Costo Total Consultor (\$) | Costo total Barra (\$) | Costo total Barra (US\$) |
|------------------------------------|---------------------------------------|----------|-------------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------|
| Desconectador Fusible              | S&C, 100A máx.- 1A. Positrol          | 1        | 184.377                       | 184.377                    | 8.608.118              | 16.316                   |
|                                    | S&C, 100A máx.- 3A. Positrol          | 1        | 184.377                       | 184.377                    |                        |                          |
| Desconectador Cuchilla             | S&C, 15kV                             | 2        | 184.377                       | 368.755                    |                        |                          |
| Transformador de Potencial         | Siemens, 8400/120V, 15kV, 50Hz, 200VA | 3        | 1.628.198                     | 4.884.594                  |                        |                          |
| Transformador Servicios auxiliares | Tusan, 0.4/13.2 kV, Dy1               | 1        | 2.660.977                     | 2.660.977                  |                        |                          |
| Barra                              | 13.2 kV, Cu 2/0 AWG                   | 1        | 325.037                       | 325.037                    |                        |                          |

Para los tres casos en análisis, tanto para los alimentadores como para la barra, se consideraron las instalaciones existentes actualmente en la subestación Puerto Williams, esto es, la inclusión de tres módulos de cabecera de alimentador y un módulo barra de subestación.

**Tabla 74: Módulos de Generación del proyecto de reposición eficiente**

| Módulos de Generación | Tamaño (kW) | Equipos                         | Detalle     | Valor de inversión Consultor (\$) | Valor de inversión Consultor (US\$) | Costo unitario Consultor (US\$/kW) |
|-----------------------|-------------|---------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| CAT3508B              | 590         | Generador + Interruptor         | 190.266.669 | 202.257.858                       | 383.369                             | 650                                |
|                       |             | Transformador                   | 11.806.811  |                                   |                                     |                                    |
|                       |             | Desconectador fusible 100 A-50A | 184.377     |                                   |                                     |                                    |
| CAT3508               | 730         | Generador + Interruptor         | 139.185.279 | 153.137.917                       | 290.265                             | 398                                |
|                       |             | Transformador                   | 13.768.261  |                                   |                                     |                                    |
|                       |             | Desconectador fusible 100 A-50A | 184.377     |                                   |                                     |                                    |
| CAT3412               | 350         | Generador + Interruptor         | 75.919.371  | 84.464.523                        | 160.098                             | 457                                |
|                       |             | Transformador                   | 8.360.774   |                                   |                                     |                                    |
|                       |             | Desconectador fusible 100 A-50A | 184.377     |                                   |                                     |                                    |
| CUM1                  | 250         | Generador + Interruptor         | 59.270.448  | 68.460.225                        | 129.763                             | 519                                |
|                       |             | Transformador                   | 9.005.400   |                                   |                                     |                                    |
|                       |             | Desconectador fusible 100 A-50A | 184.377     |                                   |                                     |                                    |
| CUM2                  | 250         | Generador + Interruptor         | 59.270.448  | 68.460.225                        | 129.763                             | 519                                |
|                       |             | Transformador                   | 9.005.400   |                                   |                                     |                                    |
|                       |             | Desconectador fusible 100 A-50A | 184.377     |                                   |                                     |                                    |
| PETWOB                | 250         | Generador + Interruptor         | 59.270.448  | 68.460.225                        | 129.763                             | 519                                |
|                       |             | Transformador                   | 9.005.400   |                                   |                                     |                                    |
|                       |             | Desconectador fusible 100 A-50A | 184.377     |                                   |                                     |                                    |
| MD-C15                | 360         | Generador + Interruptor         | 79.739.181  | 88.284.333                        | 167.338                             | 465                                |
|                       |             | Transformador                   | 8.360.774   |                                   |                                     |                                    |
|                       |             | Desconectador fusible 100 A-50A | 184.377     |                                   |                                     |                                    |
| MD-C18                | 400         | Generador + Interruptor         | 81.403.471  | 89.948.623                        | 170.493                             | 426                                |
|                       |             | Transformador                   | 8.360.774   |                                   |                                     |                                    |
|                       |             | Desconectador fusible 100 A-50A | 184.377     |                                   |                                     |                                    |
| MD-3412               | 544         | Generador + Interruptor         | 113.562.054 | 125.553.243                       | 237.980                             | 437                                |
|                       |             | Transformador                   | 11.806.811  |                                   |                                     |                                    |
|                       |             | Desconectador fusible 100 A-50A | 184.377     |                                   |                                     |                                    |
| MD-3508B              | 590         | Generador + Interruptor         | 190.266.669 | 202.257.858                       | 383.369                             | 650                                |
|                       |             | Transformador                   | 11.806.811  |                                   |                                     |                                    |
|                       |             | Desconectador fusible 100 A-50A | 184.377     |                                   |                                     |                                    |
| MD-C32                | 800         | Generador + Interruptor         | 152.641.927 | 166.594.565                       | 315.771                             | 395                                |
|                       |             | Transformador                   | 13.768.261  |                                   |                                     |                                    |
|                       |             | Desconectador fusible 100 A-50A | 184.377     |                                   |                                     |                                    |

Con estos valores, junto a las inversiones del proyecto de reposición eficiente y los costos de personal e infraestructura y gastos fijos anuales, al aplicar las fórmulas precedentes, se obtienen los siguientes costos totales para cada uno de los casos en análisis:

### CTLP Caso 2

El resumen del costo total de largo plazo para el caso 2 es:

**Tabla 75: CTLP Caso 2**

|                |             |
|----------------|-------------|
| CTLPG [\$/año] | 695.133.626 |
| CTLPL [\$/año] | 14.740.721  |
| CTLP [\$/año]  | 709.874.347 |

En la Tabla 76 se presenta el detalle de los costos referentes al caso 2 para el período tarifario.

**Tabla 76: Costos anualizados del caso 2 para el período tarifario**

| Año                                   | Unidad        | 2008               | 2009               | 2010               |
|---------------------------------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                       |               | 1                  | 2                  | 3                  |
| Anualidad Inversiones Generación      | \$/año        | 59.586.298         | 59.586.298         | 59.586.298         |
| Anualidad Inversiones Transmisión     | \$/año        | 5.759.985          | 5.759.985          | 5.759.985          |
| Anualidad Infraestructura Generación  | \$/año        | 61.486.377         | 61.486.377         | 61.486.377         |
| Anualidad Infraestructura Transmisión | \$/año        | 3.356.984          | 3.356.984          | 3.356.984          |
| Costo Fijo de Generación              | \$/año        | 199.642.971        | 199.642.971        | 199.642.971        |
| Costo Fijo de Transmisión             | \$/año        | 5.623.752          | 5.623.752          | 5.623.752          |
| Costo Variable de Generación          | \$/año        | 351.043.877        | 375.610.212        | 401.389.192        |
| <b>Anualidad Total</b>                | <b>\$/año</b> | <b>686.500.243</b> | <b>711.066.578</b> | <b>736.845.558</b> |

| Año                                  | Unidad        | 2008               | 2009               | 2010               |
|--------------------------------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                      |               | 1                  | 2                  | 3                  |
| Anualidad Inversiones Generación     | \$/año        | 59.586.298         | 59.586.298         | 59.586.298         |
| Anualidad Infraestructura Generación | \$/año        | 61.486.377         | 61.486.377         | 61.486.377         |
| Costo Fijo de Generación             | \$/año        | 199.642.971        | 199.642.971        | 199.642.971        |
| Costo Variable de Generación         | \$/año        | 351.043.877        | 375.610.212        | 401.389.192        |
| <b>Anualidad Total</b>               | <b>\$/año</b> | <b>671.759.522</b> | <b>696.325.857</b> | <b>722.104.837</b> |

| Año                                   | Unidad        | 2008              | 2009              | 2010              |
|---------------------------------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                                       |               | 1                 | 2                 | 3                 |
| Anualidad Inversiones Transmisión     | \$/año        | 5.759.985         | 5.759.985         | 5.759.985         |
| Anualidad Infraestructura Transmisión | \$/año        | 3.356.984         | 3.356.984         | 3.356.984         |
| Costo Fijo de Transmisión             | \$/año        | 5.623.752         | 5.623.752         | 5.623.752         |
| <b>Anualidad Total</b>                | <b>\$/año</b> | <b>14.740.721</b> | <b>14.740.721</b> | <b>14.740.721</b> |

### CTLP Caso 3

El resumen del costo total de largo plazo para el caso 3 es:

**Tabla 77: CTLP Caso 3**

|                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| CTLPG [\$/año]       | 708.052.938        |
| CTLPL [\$/año]       | 14.740.721         |
| <b>CTLP [\$/año]</b> | <b>722.793.659</b> |

En la Tabla 78 se presenta el detalle de los costos referentes al caso 3 para el período tarifario.

**Tabla 78: Costos anualizados del caso 3 para el período tarifario**

| Año                                   | Unidad        | 2008               | 2009               | 2010               |
|---------------------------------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                       |               | 1                  | 2                  | 3                  |
| Anualidad Inversiones Generación      | \$/año        | 45.349.104         | 45.349.104         | 45.349.104         |
| Anualidad Inversiones Transmisión     | \$/año        | 5.759.985          | 5.759.985          | 5.759.985          |
| Anualidad Infraestructura Generación  | \$/año        | 59.877.279         | 59.877.279         | 59.877.279         |
| Anualidad Infraestructura Transmisión | \$/año        | 3.356.984          | 3.356.984          | 3.356.984          |
| Costo Fijo de Generación              | \$/año        | 199.507.674        | 199.507.674        | 199.507.674        |
| Costo Fijo de Transmisión             | \$/año        | 5.623.752          | 5.623.752          | 5.623.752          |
| Costo Variable de Generación          | \$/año        | 378.764.541        | 404.881.815        | 431.310.406        |
| <b>Anualidad Total</b>                | <b>\$/año</b> | <b>698.239.319</b> | <b>724.356.593</b> | <b>750.785.184</b> |

| Año                                  | Unidad        | 2008               | 2009               | 2010               |
|--------------------------------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                      |               | 1                  | 2                  | 3                  |
| Anualidad Inversiones Generación     | \$/año        | 45.349.104         | 45.349.104         | 45.349.104         |
| Anualidad Infraestructura Generación | \$/año        | 59.877.279         | 59.877.279         | 59.877.279         |
| Costo Fijo de Generación             | \$/año        | 199.507.674        | 199.507.674        | 199.507.674        |
| Costo Variable de Generación         | \$/año        | 378.764.541        | 404.881.815        | 431.310.406        |
| <b>Anualidad Total</b>               | <b>\$/año</b> | <b>683.498.598</b> | <b>709.615.872</b> | <b>736.044.463</b> |

| Año                                   | Unidad        | 2008              | 2009              | 2010              |
|---------------------------------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                                       |               | 1                 | 2                 | 3                 |
| Anualidad Inversiones Transmisión     | \$/año        | 5.759.985         | 5.759.985         | 5.759.985         |
| Anualidad Infraestructura Transmisión | \$/año        | 3.356.984         | 3.356.984         | 3.356.984         |
| Costo Fijo de Transmisión             | \$/año        | 5.623.752         | 5.623.752         | 5.623.752         |
| <b>Anualidad Total</b>                | <b>\$/año</b> | <b>14.740.721</b> | <b>14.740.721</b> | <b>14.740.721</b> |

### CTLP Caso 7

El resumen del costo total de largo plazo para el caso 7 es:

**Tabla 79: CTLP Caso 7**

|                |             |
|----------------|-------------|
| CTLPG [\$/año] | 685.149.125 |
| CTLPL [\$/año] | 14.740.721  |
| CTLP [\$/año]  | 699.889.846 |

En la Tabla 80 se presenta el detalle de los costos referentes al caso 7 para el período tarifario.

**Tabla 80: Costos anualizados del caso 7 para el período tarifario**

| Año                                   | Unidad        | 2008               | 2009               | 2010               |
|---------------------------------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                       |               | 1                  | 2                  | 3                  |
| Anualidad Inversiones Generación      | \$/año        | 53.260.484         | 53.260.484         | 53.260.484         |
| Anualidad Inversiones Transmisión     | \$/año        | 5.759.985          | 5.759.985          | 5.759.985          |
| Anualidad Infraestructura Generación  | \$/año        | 58.268.181         | 58.268.181         | 58.268.181         |
| Anualidad Infraestructura Transmisión | \$/año        | 3.356.984          | 3.356.984          | 3.356.984          |
| Costo Fijo de Generación              | \$/año        | 199.372.378        | 199.372.378        | 199.372.378        |
| Costo Fijo de Transmisión             | \$/año        | 5.623.752          | 5.623.752          | 5.623.752          |
| Costo Variable de Generación          | \$/año        | 351.020.027        | 375.499.467        | 400.977.507        |
| <b>Anualidad Total</b>                | <b>\$/año</b> | <b>676.661.790</b> | <b>701.141.230</b> | <b>726.619.270</b> |

| Año                                  | Unidad        | 2008               | 2009               | 2010               |
|--------------------------------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                      |               | 1                  | 2                  | 3                  |
| Anualidad Inversiones Generación     | \$/año        | 53.260.484         | 53.260.484         | 53.260.484         |
| Anualidad Infraestructura Generación | \$/año        | 58.268.181         | 58.268.181         | 58.268.181         |
| Costo Fijo de Generación             | \$/año        | 199.372.378        | 199.372.378        | 199.372.378        |
| Costo Variable de Generación         | \$/año        | 351.020.027        | 375.499.467        | 400.977.507        |
| <b>Anualidad Total</b>               | <b>\$/año</b> | <b>661.921.069</b> | <b>686.400.509</b> | <b>711.878.549</b> |

| Año                                   | Unidad        | 2008              | 2009              | 2010              |
|---------------------------------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                                       |               | 1                 | 2                 | 3                 |
| Anualidad Inversiones Transmisión     | \$/año        | 5.759.985         | 5.759.985         | 5.759.985         |
| Anualidad Infraestructura Transmisión | \$/año        | 3.356.984         | 3.356.984         | 3.356.984         |
| Costo Fijo de Transmisión             | \$/año        | 5.623.752         | 5.623.752         | 5.623.752         |
| <b>Anualidad Total</b>                | <b>\$/año</b> | <b>14.740.721</b> | <b>14.740.721</b> | <b>14.740.721</b> |

Tanto en la Tabla 76, Tabla 78 y Tabla 80 es posible apreciar que la mayor partida de costo está dada por el costo variable de generación, producto del uso exclusivo de diesel como combustible. La otra partida de costo importante son los costos fijos de generación, dados por el personal y gastos asociados a la operación en Puerto Williams.

**Tabla 81: Resumen CTLP**

|                      | Caso 2             | Caso 3             | Caso 7             |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| CTLPG [\$/año]       | 695.133.626        | 708.052.938        | 685.149.125        |
| CTLPL [\$/año]       | 14.740.721         | 14.740.721         | 14.740.721         |
| <b>CTLP [\$/año]</b> | <b>709.874.347</b> | <b>722.793.659</b> | <b>699.889.846</b> |

De la tabla anterior, es posible apreciar que el menor costo total de largo plazo y por tanto el que representa la solución óptima, corresponde al caso 7, lo cual implica, que el proyecto de reposición eficiente, es aquel en cuyo parque inicial se encuentran instaladas las unidades CAT 3508 B, CAT 3508 y CAT 3412, y en cuyo cronograma de inversiones, cumpliendo consideraciones económicas y de seguridad, se instala la unidad CUMMINS 1 en el año 2018, todo lo cual conlleva un costo total de largo plazo de 699.889.846 \$/año.

Es relevante señalar que el caso óptimo presenta dos tecnologías de motores diesel, diferenciadas por la robustez de las máquinas, a saber, motores de 1.500 [rpm] y 1.000 [rpm]. Los motores de 1.000 [rpm] tienen la característica de poseer mayor inercia y capacidad para absorber variaciones bruscas de carga, característica esencial en sistemas con presencia exclusiva de motores, situación presente en Puerto Williams. Considerando lo

---

anterior, el motor de 1.000 [rpm] es utilizado para la generación en base; dejando los motores de 1.500 [rpm] sólo para la generación en horas punta<sup>11</sup>.

Otro elemento importante de señalar es que no se ha optado por motores de 1.500 [rpm] para la operación en base debido a los altos costos de mantención que dicha decisión implicaría, pues si estos motores operan en base el ciclo de mantenimiento se reduciría de 22.000 horas a 12.000 horas, requiriendo un overhaul cada 18 meses aproximadamente. Dicha decisión implicaría además, una mayor indisponibilidad de la máquina y, por consiguiente, un mayor número de inversiones.

En razón a lo anterior, el Consultor ratifica la inclusión de una máquina de 1.000 [rpm], desestimando una composición del parque generador exclusivamente con máquinas de 1.500 [rpm].

---

<sup>11</sup> El criterio de despacho obtenido se fundamenta en los costos variables combustibles y no combustibles de las máquinas utilizadas; utilizando el programa Optgen para obtener el programa de operación.

## 9 FÓRMULAS DE INDEXACIÓN

### 9.1 Metodología

Los ingresos de la empresa eléctrica deben mantenerse constantes en términos reales, de manera de no desvirtuar la matriz de costos y en consecuencia los ingresos de la empresa. Por tal motivo, las fórmulas de indexación deben reflejar fielmente las variaciones en la estructura de costos de Edelmag durante el período tarifario.

Para determinar las fórmulas de indexación, en primer término se analiza la estructura de costos de inversión de los componentes de cada sistema de acuerdo a la naturaleza de los bienes, insumos y servicios que lo integran. De forma similar se procede con los componentes de costos del COMA correspondientes al Sistema Mediano de Puerto Williams.

Posteriormente, se analizan y definen los indicadores que mejor representan la evolución de los costos de los bienes, insumos y servicios que componen los costos.

Los indicadores que se propone utilizar son de público conocimiento y de fuentes oficiales. Se escogen índices que, en su conjunto, eviten efectos compuestos del tipo que se produce cuando se incorpora conjuntamente la tasa de cambio con otros indicadores correlacionados.

Finalmente, teniendo en cuenta la estructura de costos y los indicadores seleccionados, se propone una fórmula de indexación del tipo polinómica que combina y pondera los indicadores que mejor reflejan la evolución de la estructura de costos de Puerto Williams.

Las fórmulas son del tipo siguiente:

$$A.V.I = \sum_i \text{Componente de Costo}_i \cdot \left[ \frac{IND_i(t)}{IND_i(0)} \right]$$

$$COMA = \sum_i \text{Componente de Costo}_i \cdot \left[ \frac{IND_i(t)}{IND_i(0)} \right]$$

Donde:

Componente de Costo<sub>i</sub> : Componente del costo del A.V.I. (COMA) en análisis cuyo valor se indexa o varía conforme la variación del indicador IND<sub>i</sub>.

IND<sub>i</sub>(t) : Valor del indicador económico cuya variación respecto a su valor en base, da cuenta de la variación de la Componente de Costo <sub>i</sub> y por tanto del nivel de dicha componente de costos en dicho período t.

IND<sub>i</sub>(0) : Valor base del indicador señalado.

A los efectos de determinar las fórmulas de indexación del VI y el COMA de cada sistema, se asumirá que la empresa es remunerada con una tarifa en pesos y que los componentes de

costos valorizados en moneda extranjera están afectados de las correspondientes tasas de importación del equipamiento puesto en Chile y de paridad cambiaria.

## 9.2 Indicadores Utilizados

Para explicar la evolución de cada componente de costo, se han seleccionado los siguientes indicadores:

- Índice nominal de Costo de Mano de Obra de Chile (IMO).
- Índice de Precios al Consumidor en Chile (IPC).
- U.S. Producer Price Index (PPI).

Los datos a utilizar para determinar la indexación de los componentes de costos provienen de fuentes de público acceso. Al respecto se propone considerar las siguientes fuentes:

- IMO : Instituto Nacional de Estadísticas de Chile<sup>12</sup>.
- IPC : Instituto Nacional de Estadísticas de Chile<sup>13</sup>.
- PPI : Bureau of Labour Statistics – U.S. Department of Labour<sup>14</sup>.

## 9.3 Fórmula de Indexación

La fórmula de indexación se obtiene de los componentes de costos y de la participación supuesta de cada indicador en cada componente de costo.

La fórmula de indexación resultante para el VI es la siguiente:

$$\frac{Vctlp(i)}{Vctlp(0)} = \left[ \%IMO \times \frac{IMO(i)}{IMO(0)} + \%IPC \times \frac{IPC(i)}{IPC(0)} + \%Pdiesel \times \frac{Pdiesel(i)}{Pdiesel(0)} \right] + \left[ \%PPI \times \frac{PPI(i)}{PPI(0)} \right] \times \left[ \frac{1+TAX(i)}{1+TAX(0)} \right] \times \frac{Pdolar(i)}{Pdolar(0)}$$

Los componentes de costos expresados en moneda extranjera son convertidos a variación en pesos por medio de la relación (Pdolar(i)/Pdolar(0))

Los componentes de costos correspondientes a dólares estadounidenses son afectados por la incidencia de la variación de los impuestos de importación (TAX) de forma tal de reflejar costos del equipamiento puesto en Chile.

## 9.4 Indexación del Costo Total de Largo Plazo

En la Tabla 82 se presenta el análisis de la estructura de costos de la anualidad agregada de inversión tanto de generación como transmisión de las inversiones proyectadas para el Proyecto de Reposición Eficiente en Puerto Williams. Además, se muestra el peso relativo que tiene cada índice de la indexación en los ítems en que se realizó la apertura. Los pesos relativos fueron estimados a partir de los datos estimados y entregados en el presente informe.

<sup>12</sup> <http://www.ine.cl>

<sup>13</sup> <http://www.ine.cl>

<sup>14</sup> <http://www.bls.gov/ppi/home.htm>

**Tabla 82: Análisis de Estructura de Costos del Valor Presente de Generación - Transmisión**

| AVI                     | Total        | Local | IMO         | IPC          | Extranjero | PPI         |
|-------------------------|--------------|-------|-------------|--------------|------------|-------------|
| <b>AVI Generación</b>   |              |       |             |              |            |             |
| Total CIF               | 5,1%         | 8%    |             | 8%           | 92%        | 92%         |
| Internación             | 0,3%         | 100%  |             | 100%         |            |             |
| Total Fletes            | 0,2%         | 100%  |             | 100%         |            |             |
| Const y Mon             | 1,1%         | 100%  | 100%        |              |            |             |
| Imp Amb                 | 0,1%         | 100%  |             | 100%         |            |             |
| Gastos diversos         | 0,3%         | 100%  | 100%        |              |            |             |
| Intereses               | 0,6%         | 100%  |             | 100%         |            |             |
| Infraestructura         | 8,3%         | 100%  |             | 100%         |            |             |
| <b>Total</b>            | <b>15,9%</b> |       |             |              |            |             |
| <b>AVI Transmisión</b>  |              |       |             |              |            |             |
| Equipos y Materiales    | 0,6%         | 25%   |             | 25%          | 75%        | 75%         |
| Infraestructura         | 0,5%         | 100%  |             | 100%         |            |             |
| Gastos Generales        | 0,0%         | 100%  | 100%        |              |            |             |
| Obras Civiles y Montaje | 0,1%         | 100%  | 50%         | 50%          |            |             |
| Impacto Ambiental       | 0,0%         | 100%  | 100%        |              |            |             |
| Intereses Intercalarios | 0,1%         | 100%  |             | 100%         |            |             |
| <b>Total</b>            | <b>1,3%</b>  |       |             |              |            |             |
| <b>% de indexación</b>  |              |       | <b>1,4%</b> | <b>10,7%</b> |            | <b>5,1%</b> |

En la Tabla 83 se presenta el análisis de la estructura del costo de operación, administración y mantenimiento tanto de generación como transmisión del Proyecto de Reposición Eficiente del sistema de Puerto Williams.

**Tabla 83: Análisis de Estructura de Costos del Costo de Operación, Mantenimiento y Administración**

| COMA                     | Total         | Local | P. Diesel    | IPC         | IMO          | Extranjero | PPI         |
|--------------------------|---------------|-------|--------------|-------------|--------------|------------|-------------|
| <b>CV Combustible</b>    |               |       |              |             |              |            |             |
| Generación Diesel        | 46,6%         | 100%  | 100%         |             |              |            |             |
| <b>Total</b>             | <b>46,6%</b>  |       |              |             |              |            |             |
| <b>CV No Combustible</b> |               |       |              |             |              |            |             |
| Mano de Obra Local       | 0,0%          |       |              |             |              |            |             |
| Mano de Obra Extranjera  | 0,0%          |       |              |             |              |            |             |
| Materiales               | 6,4%          | 51%   |              | 51%         |              | 49%        | 49%         |
| Servicios                | 0,5%          | 100%  |              |             | 100%         |            |             |
| <b>Total</b>             | <b>6,9%</b>   |       |              |             |              |            |             |
| <b>CF Directo</b>        |               |       |              |             |              |            |             |
| Materiales               | 2,4%          | 20%   |              | 20%         |              | 80%        | 80%         |
| Servicios                | 5,2%          | 100%  |              |             | 100%         |            |             |
| Mano de Obra             | 12,0%         | 100%  |              |             | 100%         |            |             |
| <b>Total</b>             | <b>19,6%</b>  |       |              |             |              |            |             |
| <b>CF Indirecto</b>      |               |       |              |             |              |            |             |
| Personal                 | 5,9%          | 100%  |              |             | 100%         |            |             |
| Materiales               | 1,2%          | 30%   |              | 30%         |              | 70%        | 70%         |
| Servicios                | 2,6%          | 100%  |              | 100%        |              |            |             |
| <b>Total</b>             | <b>9,6%</b>   |       |              |             |              |            |             |
| <b>Total General</b>     | <b>100,0%</b> |       |              |             |              |            |             |
| <b>% de indexación</b>   |               |       | <b>46,6%</b> | <b>6,6%</b> | <b>23,7%</b> |            | <b>5,9%</b> |

Como resultado del análisis de la Tabla 82 y Tabla 83, se presenta en la Tabla 84, la estructura de la fórmula de indexación planteada para el Costo Total de Largo Plazo del sistema de Puerto Williams. Los valores expuestos corresponden al peso relativo de cada indexador dentro de la fórmula de indexación expuesta en la sección 9.3. De donde se desprende que el principal indicador es el precio del diesel, debido a la generación exclusiva en el sistema de Puerto Williams a través de este combustible.

---

**Tabla 84: Estructura de la Fórmula de Indexación del CTLP**

| <b>Formula de Indexación del CTLP</b> |       |
|---------------------------------------|-------|
| IMO - Nacional                        | 25,1% |
| IPC - Nacional                        | 17,3% |
| P. Diesel - Nacional                  | 46,6% |
| PPI - Externo                         | 11,0% |

# ANEXOS

## 1 ANEXO: VALORIZACIÓN DE LA UNIDADES DE GENERACIÓN

A continuación se describe la metodología utilizada para valorizar las unidades generadoras de Edelmag.

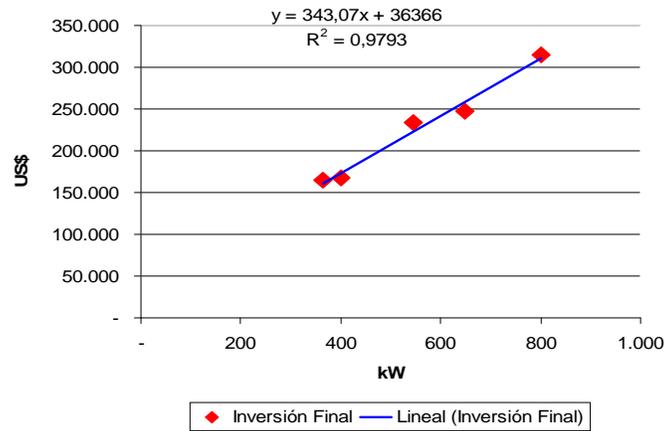
Como se menciona en el cuerpo del informe, en el caso de las unidades cotizadas que coinciden con unidades existentes de Edelmag, se ha valorizado la unidad de la Empresa directamente al valor cotizado, con los recargos correspondientes para llevarlos e instalarlos en Puerto Williams.

Al tratarse únicamente de generadores diesel se puede analizar su valor en función de la capacidad que poseen, y de esta manera encontrar una relación entre dichas variables, teniendo siempre presente, que se deben comparar unidades de similares características, esto es, considerar unidades que presenten una velocidad de giro del rotor igual, dado que a idéntica capacidad de generación, las unidades con menores velocidades de giro presentan un costo mayor, debido a que son unidades de mayor peso y tamaño. Con lo cual se tiene la siguiente separación de las unidades:

**Tabla 85: Valor Instalado Unidades de Generación**

| Velocidad (rpm) | Modelo | Potencia (kW) | Valor Instalado (US\$) | Costo Unitario (US\$/kW) |
|-----------------|--------|---------------|------------------------|--------------------------|
| 1000            | 3508B  | 590           | 392.066                | 665                      |
| 1500            | C15    | 364           | 164.312                | 451                      |
|                 | C18    | 400           | 167.741                | 419                      |
|                 | 3412   | 648           | 246.743                | 381                      |
|                 | 3412   | 544           | 234.008                | 430                      |
|                 | 7374   | 280           | 100.481                | 359                      |
|                 | C32    | 800           | 314.536                | 393                      |

De donde es posible apreciar que la única máquina de 1000 rpm corresponde a una unidad existente en Puerto Williams, siendo necesario entonces analizar la relación entre las unidades de 1500 rpm, análisis que se presenta en la Figura 14:



**Figura 37: Relación Costo instalado vs. Potencia para motores diesel**

En la figura precedente, se aprecia la relación casi lineal existente entre capacidad instalada y costo final de inversión en las unidades diesel de igual velocidad de giro, lo que se ratifica en el coeficiente de determinación de 0,97 presentado en la figura en cuestión. Con lo cual, las unidades existentes en Puerto Williams son valorizadas de acuerdo a su capacidad, utilizando la regresión lineal presentada en la Figura 14 y obteniendo lo señalado en la Tabla 8 y que se reitera en la Tabla 86.

**Tabla 86: Valorización Unidades Generadoras**

| Marca       | Modelo | Potencia (kW) | Velocidad (RPM) | Valor Instalado (US\$) | Costo Unitario (US\$/kW) |
|-------------|--------|---------------|-----------------|------------------------|--------------------------|
| Detroit     | 7374   | 250           | 1500            | 100.481                | 402                      |
| Caterpillar | 3508B  | 590           | 1000            | 392.066                | 665                      |
|             | 3508   | 730           | 1500            | 286.807                | 393                      |
|             | 3412   | 350           | 1500            | 156.441                | 447                      |
| Cummins     | nta855 | 250           | 1500            | 122.134                | 489                      |
|             | nta855 | 250           | 1500            | 122.134                | 489                      |
|             | Petwob | 250           | 1500            | 122.134                | 489                      |

## 2 ANEXO: COSTOS DE PERSONAL ESTUDIO SISTEMAS MEDIADOS EDELMAG 2006

**Tabla 87: Resumen Salario Edelmag, sin Puerto Williams**

**RESUMEN DE SALARIOS EDELMAG (SIN PUERTO WILLIAMS)**

| Nivel Jerárquico         |                           | Número | Costo Salarial mensual (\$Ch)-2004 |              | Porcentaje de asignación |       |       |
|--------------------------|---------------------------|--------|------------------------------------|--------------|--------------------------|-------|-------|
|                          |                           |        | Total empleados                    | Por empleado | Dx                       | Gx    | Tx    |
| N-2                      | Gerente                   | 5      | 36,655,750                         | 7,331,150    | 50.3%                    | 47.0% | 2.6%  |
| N-3                      | Subgerente                | 2      | 6,724,461                          | 3,362,230    | 75.3%                    | 22.5% | 2.2%  |
| N-4                      | Jefe de Departamento      | 16     | 39,300,792                         | 2,456,300    | 56.5%                    | 41.3% | 2.2%  |
| N-5                      | Jefe de Sección           | 6      | 10,119,607                         | 1,686,601    | 58.4%                    | 40.8% | 0.7%  |
| N-6                      | Profesional               | 10     | 9,375,455                          | 937,546      | 50.1%                    | 49.0% | 0.9%  |
| N-7a                     | Supervisor Administrativo | 12     | 13,850,869                         | 1,154,239    | 87.6%                    | 11.3% | 1.1%  |
| N-8a                     | Empleado Administrativo   | 18     | 11,818,127                         | 656,563      | 78.0%                    | 20.0% | 2.0%  |
| N-7b                     | Capataz de O&M            | 9      | 10,493,655                         | 1,165,962    | 22.2%                    | 66.7% | 11.1% |
| N-8b                     | Operario de O&M           | 39     | 26,028,594                         | 667,400      | 28.2%                    | 64.1% | 7.7%  |
| <b>TOTAL</b>             |                           | 117    | 164,367,311                        |              |                          |       |       |
| Costo total anual nomina |                           |        | 1,972,407,727                      |              |                          |       |       |

**Tabla 88: Resumen Salario Punta Arenas**

**PUNTA ARENAS**

| Nivel Jerárquico         |                           | Número | Costo Salarial mensual (\$Ch)-2004 |              | Porcentaje de asignación |       |       |
|--------------------------|---------------------------|--------|------------------------------------|--------------|--------------------------|-------|-------|
|                          |                           |        | Total empleados                    | Por empleado | Dx                       | Gx    | Tx    |
| N-2                      | Gerente                   | 5      | 36,655,750                         | 7,331,150    | 55.8%                    | 43.3% | 0.8%  |
| N-3                      | Subgerente                | 2      | 6,724,461                          | 3,362,230    | 79.9%                    | 19.4% | 0.7%  |
| N-4                      | Jefe de Departamento      | 14     | 34,388,193                         | 2,456,300    | 61.3%                    | 38.1% | 0.6%  |
| N-5                      | Jefe de Sección           | 6      | 10,119,607                         | 1,686,601    | 60.0%                    | 39.8% | 0.2%  |
| N-6                      | Profesional               | 7      | 7,090,073                          | 1,012,868    | 74.2%                    | 25.4% | 0.4%  |
| N-7a                     | Supervisor Administrativo | 12     | 13,850,869                         | 1,154,239    | 89.9%                    | 9.7%  | 0.3%  |
| N-8a                     | Empleado Administrativo   | 16     | 10,620,392                         | 663,774      | 79.9%                    | 19.4% | 0.7%  |
| N-7b                     | Capataz de O&M            | 7      | 8,040,459                          | 1,148,637    | 14.3%                    | 71.4% | 14.3% |
| N-8b                     | Operario de O&M           | 27     | 18,415,736                         | 682,064      | 40.7%                    | 59.3% | 0.0%  |
| <b>TOTAL</b>             |                           | 96     | 145,905,540                        |              |                          |       |       |
| Costo total anual nomina |                           |        | 1,750,866,479                      |              |                          |       |       |

**Tabla 89: Resumen Salario Puerto Natales**

**PUERTO NATALES**

| Nivel Jerárquico         |                           | Número | Costo Salarial mensual (\$Ch)-2004 |              | Porcentaje de asignación |        |       |
|--------------------------|---------------------------|--------|------------------------------------|--------------|--------------------------|--------|-------|
|                          |                           |        | Total empleados                    | Por empleado | Dx                       | Gx     | Tx    |
| N-2                      | Gerente                   | 0      | 0                                  | 0            | 0.0%                     | 0.0%   | 0.0%  |
| N-3                      | Subgerente                | 0      | 0                                  | 0            | 0.0%                     | 0.0%   | 0.0%  |
| N-4                      | Jefe de Departamento      | 1      | 2,456,300                          | 2,456,300    | 9.1%                     | 72.7%  | 18.2% |
| N-5                      | Jefe de Sección           | 0      | 0                                  | 0            | 0.0%                     | 0.0%   | 0.0%  |
| N-6                      | Profesional               | 2      | 1,523,588                          | 761,794      | 0.0%                     | 100.0% | 0.0%  |
| N-7a                     | Supervisor Administrativo | 0      | 0                                  | 0            | 0.0%                     | 0.0%   | 0.0%  |
| N-8a                     | Empleado Administrativo   | 1      | 598,868                            | 598,868      | 100.0%                   | 0.0%   | 0.0%  |
| N-7b                     | Capataz de O&M            | 1      | 1,226,598                          | 1,226,598    | 0.0%                     | 100.0% | 0.0%  |
| N-8b                     | Operario de O&M           | 7      | 4,476,371                          | 639,482      | 0.0%                     | 71.4%  | 28.6% |
| <b>TOTAL</b>             |                           | 12     | 10,281,724                         |              |                          |        |       |
| Costo total anual nomina |                           |        | 123,380,690                        |              |                          |        |       |

**Tabla 90: Resumen Salario Porvenir**

**PORVENIR**

| Nivel Jerárquico         |                           | Número | Costo Salarial mensual (\$Ch)-2004 |              | Porcentaje de asignación |        |       |
|--------------------------|---------------------------|--------|------------------------------------|--------------|--------------------------|--------|-------|
|                          |                           |        | Total empleados                    | Por empleado | Dx                       | Gx     | Tx    |
| N-2                      | Gerente                   | 0      | 0                                  | 0            | 0.0%                     | 0.0%   | 0.0%  |
| N-3                      | Subgerente                | 0      | 0                                  | 0            | 0.0%                     | 0.0%   | 0.0%  |
| N-4                      | Jefe de Departamento      | 1      | 2,456,300                          | 2,456,300    | 25.0%                    | 62.5%  | 12.5% |
| N-5                      | Jefe de Sección           | 0      | 0                                  | 0            | 0.0%                     | 0.0%   | 0.0%  |
| N-6                      | Profesional               | 1      | 761,794                            | 761,794      | 0.0%                     | 100.0% | 0.0%  |
| N-7a                     | Supervisor Administrativo | 0      | 0                                  | 0            | 0.0%                     | 0.0%   | 0.0%  |
| N-8a                     | Empleado Administrativo   | 1      | 598,868                            | 598,868      | 100.0%                   | 0.0%   | 0.0%  |
| N-7b                     | Capataz de O&M            | 1      | 1,226,598                          | 1,226,598    | 0.0%                     | 0.0%   | 0.0%  |
| N-8b                     | Operario de O&M           | 5      | 3,136,487                          | 627,297      | 0.0%                     | 80.0%  | 20.0% |
| <b>TOTAL</b>             |                           | 9      | 8,180,046                          |              |                          |        |       |
| Costo total anual nomina |                           |        | 98,160,557                         |              |                          |        |       |

### 3 ANEXO: VALORIZACIÓN DE LA OPERACIÓN

#### 3.1 *Determinación del consumo específico de las unidades*

La determinación del consumo específico de las unidades de generación se ha realizado utilizando los datos reales de operación del año 2006. Para ello se ha utilizado la información de costos variables combustibles de las unidades, datos que han sido informados por la Empresa, el precio de combustibles durante el periodo de operación y la información existente del despacho de las unidades. De esta manera, el consumo específico queda determinado por:

$$CE_j = \frac{1}{12} \cdot \sum_{i=1}^{12} \frac{1}{E_{Ti}} \cdot \frac{CV_{ji}}{P_i}$$

En donde:

$CE_j$  : Consumo específico de la unidad j (lt/kWh).

$CV_{ji}$  : Costo variable combustible de la unidad j el mes i (\$).

$P_i$  : Precio de combustible el mes i (\$/lt).

$E_{Ti}$  : Energía total generada por la unidad el mes i (kWh).

$i$  : mes.

La expresión anterior refleja el promedio ponderado (por la energía generada mensualmente) de los consumos específicos determinados para cada mes según la información de la operación proporcionada por la Empresa.

La determinación de estos consumos específicos se realizó utilizando los costos de combustible correspondientes al año 2006 que se indican en la Tabla 91. La energía generada por cada unidad se observa en la Tabla 92 y costo variable combustible para cada unidad en la Tabla 91.

**Tabla 91: Precio del petróleo diesel durante el año 2006 (\$/lt)**

| Mes    | Valor Neto (\$/lt) | Imp. Específico (\$/lt) | Costo sin Flete (\$/lt) | Flete PA-PW (\$/lt) | Flete Local (Ferry - Planta) (\$/lt) | Costo en Planta (\$/lt) |
|--------|--------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| Ene-06 | 316,7              | 47,3                    | 364,0                   | 0,0                 | 11,0                                 | <b>375,0</b>            |
| Feb-06 | 302,1              | 47,1                    | 349,3                   | 0,0                 | 11,0                                 | <b>360,3</b>            |
| Mar-06 | 325,1              | 47,2                    | 372,3                   | 0,0                 | 11,0                                 | <b>383,3</b>            |
| Abr-06 | 335,8              | 47,1                    | 383,0                   | 0,0                 | 11,0                                 | <b>394,0</b>            |
| May-06 | 349,3              | 47,4                    | 396,7                   | 0,0                 | 11,0                                 | <b>407,7</b>            |
| Jun-06 | 364,4              | 47,7                    | 412,1                   | 0,0                 | 11,0                                 | <b>423,1</b>            |
| Jul-06 | 370,6              | 47,8                    | 418,4                   | 0,0                 | 11,0                                 | <b>429,4</b>            |
| Ago-06 | 378,9              | 48,1                    | 427,0                   | 0,0                 | 11,0                                 | <b>438,0</b>            |
| Sep-06 | 334,5              | 48,3                    | 382,8                   | 0,0                 | 11,0                                 | <b>393,8</b>            |
| Oct-06 | 323,1              | 48,5                    | 371,6                   | 0,0                 | 11,0                                 | <b>382,6</b>            |
| Nov-06 | 323,2              | 48,5                    | 371,7                   | 0,0                 | 11,0                                 | <b>382,7</b>            |
| Dic-06 | 324,4              | 48,3                    | 372,7                   | 0,0                 | 11,0                                 | <b>383,7</b>            |

Es interesante destacar que existe un subsidio en el flete entre Punta Arenas (PA) y Puerto Williams (PW) y por ello el costo señalado en la Tabla 91 es cero.

**Tabla 92: Energía generada por las unidades del sistema eléctrico de Puerto Williams durante el año 2006**

|            | Generación en kWh |         |         |         |         |         |         |         |        |         |         |         |
|------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|
|            | Ene               | Feb     | Mar     | Abr     | May     | Jun     | Jul     | Ago     | Sep    | Oct     | Nov     | Dic     |
| CAT. 3508  | 5.320             | 5.910   | 4.580   | 75.080  | 0       | 0       | 0       | 0       | 81.102 | 0       | 0       | 7.875   |
| CAT. 3412  | 23.450            | 14.612  | 10.300  | 48.780  | 28.080  | 40.776  | 36.619  | 97.765  | 76.260 | 41.457  | 18.004  | 50.889  |
| CAT. 3508B | 213.930           | 227.040 | 299.330 | 127.373 | 265.780 | 242.352 | 272.153 | 135.473 | 26.278 | 215.134 | 258.946 | 107.137 |
| CUMMINS 1  | 0                 | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 103    | 0       | 0       | 0       |
| CUMMINS 2  | 0                 | 0       | 0       | 1.830   | 0       | 0       | 0       | 6.620   | 36.190 | 26.880  | 10.360  | 12.050  |
| PETWOB     | 0                 | 0       | 0       | 15.340  | 2.453   | 2.350   | 950     | 45.060  | 22.770 | 0       | 0       | 0       |
| DETROIT    | 720               | 0       | 0       | 25.770  | 17.510  | 15.760  | 13.120  | 54.180  | 54.130 | 26.050  | 11.080  | 33.320  |

**Tabla 93: Costo variable combustible del sistema eléctrico de Puerto Williams durante el año 2006**

|            | Costo variable combustible (MM\$) |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |
|------------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|
|            | Ene                               | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep | Oct  | Nov  | Dic  |
| CAT. 3508  | 0,6                               | 0,7  | 0,6  | 7,9  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 9,0 | 0,0  | 0,0  | 0,9  |
| CAT. 3412  | 2,6                               | 1,6  | 0,8  | 5,5  | 3,7  | 5,2  | 4,7  | 13,0 | 9,2 | 5,0  | 2,2  | 5,8  |
| CAT. 3508B | 21,1                              | 21,4 | 26,7 | 14,1 | 27,9 | 26,3 | 29,9 | 15,2 | 2,8 | 21,3 | 25,7 | 11,2 |
| CUMMINS 1  | 0,0                               | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 0,0  | 0,0  | 0,0  |
| CUMMINS 2  | 0,0                               | 0,0  | 0,0  | 0,2  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,7  | 4,0 | 2,9  | 1,1  | 1,4  |
| PETWOB     | 0,0                               | 0,0  | 0,0  | 1,6  | 0,3  | 0,3  | 0,1  | 5,7  | 2,5 | 0,0  | 0,0  | 0,0  |
| DETROIT    | 0,0                               | 0,0  | 0,0  | 3,0  | 2,3  | 1,9  | 1,7  | 7,3  | 6,6 | 3,1  | 1,3  | 4,0  |

Al evaluar la expresión de consumo específico con los datos expuestos en las tablas anteriores, se obtienen los siguientes valores de consumo específico:

**Tabla 94: Consumos específicos de las unidades existentes en puerto Williams para el año 2006**

|            | Capacidad (kW) | Consumo específico (lt/kWh) |
|------------|----------------|-----------------------------|
| CAT. 3508  | 730            | 0,294                       |
| CAT. 3412  | 350            | 0,296                       |
| CAT. 3508B | 590            | 0,260                       |
| CUMMINS 1  | 250            | 0,272                       |
| CUMMINS 2  | 250            | 0,278                       |
| PETWOB     | 250            | 0,288                       |
| DETROIT    | 250            | 0,306                       |

### 3.2 Determinación del Costo de mantenimiento de las unidades generadoras

Para la determinación de los costos de mantenimiento se utilizó información proporcionada por la empresa, contrastándola con cotizaciones, de manera de ajustar los precios de mantenimiento a través de valores de mercado.

Las unidades informadas por Edelmag corresponden a la unidad CAT 3412, CAT 3508 y CAT 3508 B, para cada una de ellas se indicó con que frecuencia se realizan los mantenimientos y que trabajos y repuestos son necesarios para la actividad.

Los mantenimientos para cada una de las unidades hasta el overhaul (mantenimiento mayor) se clasifican en: mantenimientos cada 250 horas de funcionamiento, cada 1000 horas, cada 4000 horas, cada 6000 horas, cada 10000 horas, y finalmente el overhaul que para la unidad CAT 3412 se realiza luego de 20000 horas de operación y para las CAT 3508 y 3508 B se realiza luego de 22000 horas de operación. Es relevante considerar que sólo se valorizaron aquellas horas-hombre asociadas a mano de obra externa, ya que la mano de obra interna está considerada en los gastos fijos de la empresa.

El resumen de los datos proporcionados se presenta a continuación:

**Tabla 95: Costos por tipo de mantenimiento para la unidad CAT 3412**

| Costo   | 250 hrs.      | 1.000 hrs.   | 4.000 hrs.   | 6.000 hrs.   | Top Overhaul 10.000 hrs | Overhaul 20.000 hrs. |
|---|---------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------|----------------------|
| HH externa                                    | 0             | 0            | 0            | 0            | 156                     | 392                  |
| Costo HH                                      | 0             | 0            | 0            | 0            | 3.868                   | 9.698                |
| Costo Adicional estadia, transporte y pruebas |               |              |              |              | 2.700                   | 6.700                |
| <b>SUBTOTAL HH</b>                            | <b>0</b>      | <b>0</b>     | <b>0</b>     | <b>0</b>     | <b>6.568</b>            | <b>16.398</b>        |
| Maestranza y repuestos                        | 457           | 652          | 2.091        | 921          | 18.024                  | 41.284               |
| Número de servicios                           | 60            | 13           | 3            | 2            | 1                       | 1                    |
| Costo maestranza y repuestos                  | 27.439        | 8.473        | 6.272        | 1.842        | 18.024                  | 41.284               |
| Imprevistos                                   | 4.116         | 1.271        | 941          | 276          | 2.704                   | 0                    |
| <b>SUBTOTAL MAESTRANZA Y REPUESTOS</b>        | <b>31.555</b> | <b>9.744</b> | <b>7.213</b> | <b>2.118</b> | <b>20.728</b>           | <b>41.284</b>        |
| <b>TOTAL</b>                                  | <b>31.555</b> | <b>9.744</b> | <b>7.213</b> | <b>2.118</b> | <b>27.297</b>           | <b>57.681</b>        |

**Tabla 96: Costos por tipo de mantenimiento para la unidad CAT 3508**

| Costo   | 250 hrs.      | 1.000 hrs.    | 4.000 hrs.    | 6.000 hrs.   | Top Overhaul 11.000 hrs | Overhaul 22.000 hrs. |
|---|---------------|---------------|---------------|--------------|-------------------------|----------------------|
| HH externa                                    |               | 0             | 0             | 0            | 92                      | 248                  |
| Costo HH                                      |               | 0             | 0             | 0            | 0                       | 0                    |
| Costo Adicional estadia, transporte y pruebas |               |               |               |              | 1.552                   | 7.741                |
| <b>SUBTOTAL HH</b>                            | <b>0</b>      | <b>0</b>      | <b>0</b>      | <b>0</b>     | <b>1.552</b>            | <b>7.741</b>         |
| Maestranza y repuestos                        | 1.190         | 2.071         | 2.143         | 2.143        | 32.939                  | 61.546               |
| Número de servicios                           | 66            | 10            | 7             | 3            | 1                       | 1                    |
| Costo maestranza y repuestos                  | 78.511        | 20.708        | 14.999        | 6.428        | 32.939                  | 61.546               |
| Imprevistos                                   | 11.777        | 3.106         | 2.250         | 964          | 4.941                   | 0                    |
| <b>SUBTOTAL MAESTRANZA Y REPUESTOS</b>        | <b>90.288</b> | <b>23.814</b> | <b>17.249</b> | <b>7.393</b> | <b>37.880</b>           | <b>61.546</b>        |
| <b>TOTAL</b>                                  | <b>90.288</b> | <b>23.814</b> | <b>17.249</b> | <b>7.393</b> | <b>39.432</b>           | <b>69.286</b>        |

**Tabla 97: Costos por tipo de mantenimiento para la unidad CAT 3508 B**

| Costo   | 250 hrs.      | 1.000 hrs.    | 4.000 hrs.    | 6.000 hrs.    | Top Overhaul 11.000 hrs | Overhaul 22.000 hrs. |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------|----------------------|
| HH externas                                   |               | 0             | 0             | 0             | 93                      | 243                  |
| Costo HH                                      |               | 0             | 0             | 0             | 0                       | 0                    |
| Costo Adicional estadia, transporte y pruebas |               |               |               |               | 1.313                   | 7.061                |
| <b>SUBTOTAL HH</b>                            | <b>0</b>      | <b>0</b>      | <b>0</b>      | <b>0</b>      | <b>1.313</b>            | <b>7.061</b>         |
| Maestranza y repuestos                        | 1.190         | 2.071         | 2.143         | 4.643         | 35.919                  | 70.778               |
| Número de servicios                           | 66            | 10            | 7             | 3             | 1                       | 1                    |
| Costo maestranza y repuestos                  | 78.511        | 20.708        | 14.999        | 13.928        | 35.919                  | 70.778               |
| Imprevistos                                   | 11.777        | 3.106         | 2.250         | 2.089         | 5.388                   | 0                    |
| <b>SUBTOTAL MAESTRANZA Y REPUESTOS</b>        | <b>90.288</b> | <b>23.814</b> | <b>17.249</b> | <b>16.018</b> | <b>41.307</b>           | <b>70.778</b>        |
| <b>TOTAL</b>                                  | <b>90.288</b> | <b>23.814</b> | <b>17.249</b> | <b>16.018</b> | <b>42.620</b>           | <b>77.838</b>        |

**Tabla 98: Resumen costos totales informados de mantenimiento hasta overhaul**

| Unidad     | Costo total de mantenimiento hasta overhaul (US\$) |
|------------|--|
| CAT 3412   | 135.608  |
| CAT 3508   | 247.461  |
| CAT 3508 B | 267.826  |

Los datos cotizados corresponden a la unidad CAT 3412 y CAT 3508, ver Anexo 13. Se debe indicar, que el proveedor señaló que para la máquina CAT 3508 B la cotización aumenta un 15 % con respecto al valor de la unidad CAT 3508. Los valores de la cotización a diciembre del 2006 son:

**Tabla 99: Cotización de materiales para overhaul**

| Unidad     | Costo total de mantenimiento (US\$) |
|------------|-------------------------------------|
| CAT 3412   | 29.423                              |
| CAT 3508   | 39.719                              |
| CAT 3508 B | 45.677                              |

Los datos cotizados corresponden sólo al mantenimiento de overhaul y no a todos los mantenimientos periódicos, por lo que deben ser comparados con los costos de mantenimiento de overhaul informados por la empresa, además a las cotizaciones se debe incluir una serie de repuestos no considerados y que son necesarios para el correcto funcionamiento de las unidades. Dichos repuestos son:

**Tabla 100: Repuestos adicionales para overhaul – máquina CAT 3412**

| Nº           | Repuestos (Valores Estimados)        | Cantidad | Valor unitario (USD Dic 2006) | Total (USD Dic 2006) |
|--------------|--------------------------------------|----------|-------------------------------|----------------------|
| 1            | Aceite de Motor                      | 74       | 3,28                          | 242,72               |
| 2            | Bomba aceite de Motor                | 1        | 1240                          | 1240                 |
| 3            | Bomba prelubricacion                 | 1        | 1000                          | 1000                 |
| 4            | Harnes control motor                 | 1        | 300                           | 300                  |
| 5            | Cambio filtro combustible Primario   | 2        | 21,6                          | 43,2                 |
| 6            | Buje Engranajes distribucion Trasero | 1        | 30                            | 30                   |
| <b>Total</b> |                                      |          |                               | <b>2.856</b>         |

| Nº           | Repuestos (Valores Unitarios Cotizados) | Cantidad | Valor Unitario (\$ Enero 2008) | Total (USD dic 2006) |
|--------------|---|----------|--------------------------------|----------------------|
| 1            | Rodamiento generador                    | 1        | 319.081                        | 684                  |
| 2            | Rodamiento polea ventilador             | 2        | 22.687                         | 97                   |
| 3            | Eje Bomba de agua                       | 1        | 40.202                         | 86                   |
| 4            | Precamaras                              | 24       | 19.523                         | 1004                 |
| 5            | Arandelas de tope eje de levas          | 1        | 21.273                         | 46                   |
| <b>Total</b> |   |          |                                | <b>1.917</b>         |

**Tabla 101: Repuestos adicionales para overhaul – máquina CAT 3508**

| Nº | Repuestos (Valores Estimados)      | Cantidad | Valor unitario (USD Dic 2006) | Total (USD Dic 2006) |
|----|------------------------------------|----------|-------------------------------|----------------------|
| 1  | Aceite de Motor                    | 227      | 3,28                          | 744,56               |
| 2  | Cambio filtro combustible Primario | 2        | 32                            | 64                   |
| 3  | Bomba aceite de Motor              | 1        | 2800                          | 2800                 |
| 4  | Bomba prelubricacion               | 1        | 1000                          | 1000                 |
| 5  | Metal de Bancada                   | 6        | 168                           | 1008                 |
| 6  | Metal axial                        | 1        | 316                           | 316                  |
| 7  | Metal eje de levas                 | 10       | 90                            | 900                  |
| 8  | Harnes control motor               | 1        | 277                           | 277                  |

**Total** **7.110**

| Nº | Repuestos (Valores Unitarios Cotizados) | Cantidad | Valor Unitario (\$ Enero 2008) | Total (USD dic 2006) |
|----|---|----------|--------------------------------|----------------------|
| 1  | Filtro de aire                          | 1        | 72.309                         | 155                  |
| 2  | Rodamiento polea ventilador             | 2        | 15.443                         | 66                   |
| 3  | Rodamiento generador                    | 1        | 319.081                        | 684                  |
| 4  | Kit reparacion turboalimentadores       | 2        | 53.715                         | 230                  |
| 5  | Alzavalvulas                            | 24       | 8.393                          | 432                  |
| 6  | Taquis                                  | 24       | 100.406                        | 5165                 |
| 7  | Bomba cebadora combustible              | 1        | 111.194                        | 238                  |

**Total** **6.971**

Junto con los repuestos anteriores, existen trabajos adicionales que no están considerados en las horas hombres externas que realizan mantenimiento en Puerto Williams, sino que corresponden a trabajos realizados fuera de la localidad, específicamente en la ciudad de Punta Arenas. Los valores estimados para dichos trabajos son los siguientes:

**Tabla 102: Trabajos fuera de Puerto Williams para la unidad 3412**

| Nº | Trabajos (Valores Estimados)          | Descripción Servicio Pagado                          | Cantidad | Valor unitario servicio (USD Dic 2006) | Total (USD Dic 2006) |
|----|---------------------------------------|--|----------|--|----------------------|
| 1  | Muestra aceite motor                  | Costo análisis muestra laboratorio                   | 1        | 35                                     | 35                   |
| 2  | Inspeccion Refrigerante               | Tambor agua destilada y Anticongelante               | 100      | 1,8                                    | 180                  |
| 3  | Inspeccion Turbocompresores           | Costo Inspección en taller especializado             | 2        | 370                                    | 740                  |
| 4  | Inyectores Limpieza/calibracion       | Costo limpieza y calibración en taller especializado | 12       | 160                                    | 1.920                |
| 5  | Bomba inyectora limpieza /calibracion | Limpieza y calibración en taller especializado       | 1        | 3700                                   | 3.700                |
| 6  | Reparacion Motor de arranque          | Costo reparación en taller especializado             | 1        | 370                                    | 370                  |
| 7  | Prueba Hidraulica                     | Costo prueba en taller especializado                 | 2        | 160                                    | 320                  |
| 8  | Rectificado Asiento Valvulas          | Costo rectificado en taller especializado            | 48       | 5                                      | 240                  |

**Total** **7.505**

**Tabla 103: Trabajos fuera de Puerto Williams para la unidad 3508**

| Nº | Trabajos (Valores Estimados)          | Descripción Servicio Pagado                          | Cantidad | Valor unitario servicio (USD Dic 2006) | Total (USD Dic 2006) |
|----|---------------------------------------|--|----------|--|----------------------|
| 1  | Muestra aceite motor                  | Costo análisis muestra laboratorio                   | 1        | 35                                     | 35                   |
| 2  | Inspeccion Refrigerante               | Tambor agua destilada y Anticongelante               | 309      | 1,8                                    | 556                  |
| 3  | Inyectores Limpieza/calibracion       | Costo limpieza y calibración en taller especializado | 8        | 900                                    | 7.200                |
| 4  | Bomba inyectora limpieza /calibracion | Limpieza y calibración en taller especializado       | 1        | 800                                    | 800                  |
| 5  | Prueba Hidraulica                     | Costo prueba en taller especializado                 | 8        | 12                                     | 96                   |
| 6  | Rectificado Asiento Valvulas          | Costo rectificado en taller especializado            | 8        | 12                                     | 96                   |

**Total** **8.783**

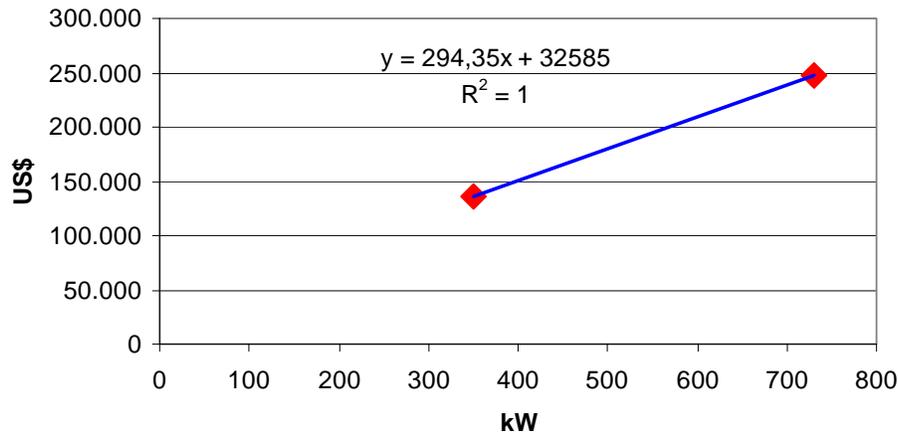
Considerando los repuestos y trabajos adicionales, se tiene que para cada unidad el costo de overhaul es:

**Tabla 104: Costo total estimado de overhaul (mantenimiento mayor)<sup>15</sup>**

| Unidad     | Costo mantenimiento cotizado (US\$) | Costo repuestos adicionales (US\$) | Costo trabajos adicionales (US\$) | Costo total estimado de overhaul (US\$) |
|------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|
| CAT 3412   | 29.423                              | 4.773                              | 7.505                             | 41.701                                  |
| CAT 3508   | 39.719                              | 14.080                             | 8.783                             | 62.583                                  |
| CAT 3508 B | 45.677                              | 16.193                             | 8.783                             | 70.653                                  |

Al comparar los valores estimados con los valores de overhaul señalados en la Tabla 95, Tabla 96 y Tabla 97, se observa que ellos son idénticos a los estimados, por lo que se opta por utilizar como costo de mantenimiento los informados por Edelmag, Tabla 99.

Sin embargo, aún falta determinar el costo de mantenimiento para el resto de las unidades, tanto existentes como candidatas, en vista de la inexistencia de información adicional se utilizará como valor de mantenimiento, el que se obtiene de la extrapolación lineal, Figura 38, entre la unidad CAT 3412 y CAT 3508 (ambas de igual velocidad angular), en función de su capacidad instalada.



**Figura 38: Aproximación lineal acerca de los costos de mantenimiento**

En base a lo anterior, los costos de mantenimiento para todas las unidades son:

<sup>15</sup> Para el caso de los repuestos adicionales de la unidad CAT 3508 B, al igual que lo indicado por el proveedor en la cotización, se utilizó un recargo de 15% por sobre lo estimado para la unidad CAT 3508, en el caso de los trabajos adicionales se utilizó el mismo valor que el de la unidad CAT 3508, dado que el consultor no posee antecedentes adicionales que justifiquen un valor mayor.

**Tabla 105: Costo total de mantenimiento hasta overhaul**

| Tipo de Unidad | Unidad   | Capacidad (kW) | Costo total mantenimiento hasta overhaul (US\$) |
|----------------|----------|----------------|---|
| Existentes     | CAT3508  | 730            | 247.461   |
|                | CAT3412  | 350            | 135.608   |
|                | CAT3508B | 590            | 267.826   |
|                | CUMMINS1 | 250            | 106.173   |
|                | CUMMINS2 | 250            | 106.173   |
|                | PETWOB   | 250            | 106.173   |
| Candidatas     | MD-C15   | 360            | 138.551   |
|                | MD-C18   | 400            | 150.325   |
|                | MD-3412  | 540            | 191.534   |
|                | MD-3508B | 590            | 267.826   |
|                | MD-C32   | 800            | 268.065   |

### 3.3 Determinación de los costos variables no combustibles de las unidades

A continuación se expone el cálculo de los costos variables no combustibles, los cuales se determinan en función de los costos de mantenimiento programado según el procedimiento que se explica en la sección 3.2. La Tabla 106 expone el detalle de los resultados obtenidos.

**Tabla 106: Costos de mantenimiento para las unidades existentes y futuras**

| Tipo de Unidad | Unidad   | Capacidad (kW) | Costo total mantenimiento hasta overhaul (US\$) | Horas de operación hasta overhaul (hr) | US\$/hr |
|----------------|----------|----------------|---|--|---------|
| Existentes     | CAT3508  | 730            | 247.461   | 22.000                                 | 11,2    |
|                | CAT3412  | 350            | 135.608   | 20.000                                 | 6,8     |
|                | CAT3508B | 590            | 267.826   | 22.000                                 | 12,2    |
|                | CUMMINS1 | 250            | 106.173   | 20.000                                 | 5,3     |
|                | CUMMINS2 | 250            | 106.173   | 20.000                                 | 5,3     |
|                | PETWOB   | 250            | 106.173   | 20.000                                 | 5,3     |
| Candidatas     | MD-C15   | 360            | 138.551   | 20.000                                 | 6,9     |
|                | MD-C18   | 400            | 150.325   | 20.000                                 | 7,5     |
|                | MD-3412  | 540            | 191.534   | 22.000                                 | 8,7     |
|                | MD-3508B | 590            | 267.826   | 22.000                                 | 12,2    |
|                | MD-C32   | 800            | 268.065   | 22.000                                 | 12,2    |

De la Tabla 106, es posible observar el costo de mantenimiento de cada una de las unidades por hora de funcionamiento. Sin embargo, este dato no es suficiente para la correcta ejecución del modelo de optimización, siendo necesario expresar el costo de mantenimiento por unidad de energía, denominado costo variable no combustible (CVNC), lo que es posible haciendo uso de la siguiente expresión:

$$CVNC \left( \frac{US\$}{MWh} \right) = \frac{CVh \left( \frac{US\$}{h} \right)}{\text{Factor de Planta} \times P_{MAX} (MW)}$$

Dado que el factor de planta depende de la condición de operación de la máquina, se han supuesto tres escenarios de operación, basados, en particular, en el comportamiento del sistema de Puerto Williams y en general, en el comportamiento de todos los subsistemas a cargo de Edelmag. A saber, se utilizó un factor de 0,7 cuando la unidad se encuentra en base (8000 horas de operación/año), de 0,5 cuando se encuentra en semi-base (5000 horas de operación/año) y finalmente de 0,2 cuando se encuentra en punta (2000 horas de operación/año). Con lo cual, para cada condición de operación se obtienen los siguientes costos variables no combustibles.

**Tabla 107: Costos variables no combustibles para las unidades existentes y candidatas**

| Tipo de Unidad | Unidad   | Capacidad (kW) | CVNC US\$/MWh |           |        |
|----------------|----------|----------------|---------------|-----------|--------|
|                |          |                | Base          | Semi Base | Punta  |
| Existentes     | CAT3508  | 730            | 22,01         | 30,82     | 77,04  |
|                | CAT3412  | 350            | 27,68         | 38,75     | 96,86  |
|                | CAT3508B | 590            | 29,48         | 41,27     | 103,17 |
|                | CUMMINS1 | 250            | 30,34         | 42,47     | 106,17 |
|                | CUMMINS2 | 250            | 30,34         | 42,47     | 106,17 |
|                | PETWOB   | 250            | 30,34         | 42,47     | 106,17 |
| Candidatas     | MD-C15   | 360            | 27,49         | 38,49     | 96,22  |
|                | MD-C18   | 400            | 26,84         | 37,58     | 93,95  |
|                | MD-3412  | 540            | 23,03         | 32,24     | 80,61  |
|                | MD-3508B | 590            | 29,48         | 41,27     | 103,17 |
|                | MD-C32   | 800            | 21,76         | 30,46     | 76,15  |

No obstante, se requiere un único valor de CVNC, el cual a su vez influye en el costo variable total de cada unidad y por ende en el despacho durante todo el horizonte de estudio. Para evitar entonces, una elección arbitraria del CVNC, se procede a realizar un despacho económico para el sistema de Puerto Williams, utilizando sólo los costos variables combustibles, de esta manera se tiene una primera aproximación a la operación de las máquinas, así se escoge el CVNC adecuado a tal condición, posteriormente utilizando el CVNC escogido, se vuelve a realizar el despacho, corroborando si la operación esta acorde con el CVNC, en caso de no cumplir, se vuelve a iterar modificando el CVNC, se procede de esta manera hasta que la operación y el CVNC están en correspondencia.

El ejercicio descrito es válido para las unidades existentes, en cuanto no se condiciona su ingreso al sistema con el valor del costo variable no combustible, en cambio para las unidades candidatas el CVNC sí puede encarecer el costo de operación y con ello su ingreso al sistema, por ejemplo si se asume que las nuevas unidades operan en punta, el alto costo variable no combustible podría disminuir sus posibilidades de ingreso. De manera de evitar tal efecto, se supondrá que las nuevas unidades ingresan operando al sistema en semi-base, de producirse su ingreso en el plan de expansión, se revisa si la operación es consistente con la clasificación semi-base, y en caso contrario se ajusta el CVNC a la condición de operación real esperada.

Por tanto, los valores de CVNC, son los que se indican en la Tabla 108.

**Tabla 108: Costos Variables no combustibles empleados en la modelación**

| Tipo de Unidad | Unidad   | Capacidad (kW) | CVNC (US\$/MWh) | Condición de operación |
|----------------|----------|----------------|-----------------|------------------------|
| Existentes     | CAT3508  | 730            | 30,82           | Semi - base            |
|                | CAT3412  | 350            | 38,75           | Semi - base            |
|                | CAT3508B | 590            | 29,48           | Base                   |
|                | CUMMINS1 | 250            | 106,17          | Punta                  |
|                | CUMMINS2 | 250            | 106,17          | Punta                  |
|                | PETWOB   | 250            | 106,17          | Punta                  |
| Candidatas     | MD-C15   | 360            | 38,49           | Semi - base            |
|                | MD-C18   | 400            | 37,58           | Semi - base            |
|                | MD-3412  | 540            | 32,24           | Semi - base            |
|                | MD-3508B | 590            | 41,27           | Semi - base            |
|                | MD-C32   | 800            | 30,46           | Semi - base            |

### 3.4 Costo de combustible por unidad generadora durante el año 2006

Las tablas siguientes exponen la información de costos de combustible por unidad generadora en que incurrió la Empresa durante la operación del año 2006. La Tabla 109 detalla los costos reales de la empresa, mientras que la Tabla 110 muestra dichos costos para la simulación de despacho óptimo.

**Tabla 109: Costo de combustible de las unidades de Puerto Williams (\$) – Caso Real**

|            | CAT3508    | CAT3412    | CAT3508B    | CUMMINS 1 | CUMMINS 2  | CUMMINS PETWOB | DETROIT    | Total       |
|------------|------------|------------|-------------|-----------|------------|----------------|------------|-------------|
| Enero      | 606.394    | 2.678.763  | 21.906.386  | -         | -          | -              | 84.395     | 25.275.938  |
| Febrero    | 713.060    | 1.727.364  | 23.239.516  | -         | -          | -              | -          | 25.679.941  |
| Marzo      | 561.071    | 860.752    | 27.256.488  | -         | -          | -              | -          | 28.678.310  |
| Abril      | 7.844.445  | 5.469.271  | 14.018.571  | -         | 205.127    | 1.608.586      | 2.996.416  | 32.142.416  |
| Mayo       | -          | 3.542.640  | 26.765.746  | -         | -          | 291.866        | 2.189.974  | 32.790.227  |
| Junio      | -          | 4.794.110  | 24.303.050  | -         | -          | 263.735        | 1.749.244  | 31.110.139  |
| Julio      | -          | 4.262.733  | 27.200.224  | -         | -          | 111.355        | 1.585.534  | 33.159.846  |
| Agosto     | -          | 11.594.166 | 13.548.537  | -         | 643.903    | 5.069.175      | 6.528.507  | 37.384.289  |
| Septiembre | 8.936.502  | 9.158.039  | 2.744.013   | 10.940    | 3.954.066  | 2.516.224      | 6.515.613  | 33.835.397  |
| Octubre    | -          | 5.068.003  | 21.751.662  | -         | 2.940.934  | -              | 3.155.048  | 32.915.647  |
| Noviembre  | -          | 2.230.609  | 26.255.468  | -         | 1.134.645  | -              | 1.329.223  | 30.949.945  |
| Diciembre  | 919.750    | 5.891.637  | 11.401.542  | -         | 1.375.718  | -              | 4.063.076  | 23.651.723  |
| Total      | 19.581.223 | 57.278.087 | 240.391.203 | 10.940    | 10.254.394 | 9.860.941      | 30.197.031 | 367.573.819 |

**Tabla 110: Costo de combustible de las unidades de Puerto Williams (\$) – Caso Simulado**

|            | CAT3508 | CAT3412   | CAT3508B    | CUMMINS 1  | CUMMINS 2 | CUMMINS PETWOB | DETROIT   | Total       |
|------------|---------|-----------|-------------|------------|-----------|----------------|-----------|-------------|
| Enero      | 83.395  | -         | 20.364.260  | 36.567     | 31.179    | 2.285.125      | 2.265.017 | 25.065.543  |
| Febrero    | 220.729 | 0         | 20.305.665  | 2.510.628  | 16.965    | 2.193.686      | -         | 25.247.674  |
| Marzo      | 435     | -         | 29.090.172  | 2.619.242  | 316       | 23.614         | -         | 31.733.779  |
| Abril      | 66.470  | -         | 21.423.611  | 5.445.398  | 3.161.302 | 28.644         | -         | 30.125.424  |
| Mayo       | 1.846   | 2.602.335 | 29.219.822  | 111.691    | 989       | -              | -         | 31.936.683  |
| Junio      | 83.967  | 1         | 27.917.766  | 2.421.388  | 3         | 0              | 0         | 30.423.126  |
| Julio      | -       | 2.609.578 | 27.819.959  | 95.593     | -         | 2.556.971      | -         | 33.082.101  |
| Agosto     | 260.632 | -         | 31.258.032  | 2.662.564  | 337       | 81.879         | 353       | 34.263.797  |
| Septiembre | -       | -         | 28.425.076  | 58.477     | 1.480.703 | 446            | -         | 29.964.701  |
| Octubre    | 3.680   | -         | 29.199.991  | 2.023.129  | 1.869     | -              | -         | 31.228.669  |
| Noviembre  | 57.155  | 0         | 29.857.219  | 45.269     | 33.777    | 18.863         | 0         | 30.012.283  |
| Diciembre  | 56.488  | 61.512    | 10.641.398  | 5.587.959  | 306       | 3.024.565      | 2.940.323 | 22.312.550  |
| Total      | 834.797 | 5.273.426 | 305.522.971 | 23.617.906 | 4.727.745 | 10.213.793     | 5.205.693 | 355.396.332 |

### 3.5 Indisponibilidad de las unidades generadoras durante el año 2006

Se presenta la indisponibilidad informada de las unidades generadoras durante el año 2006.

**Tabla 111: Indisponibilidad de unidades generadoras en Puerto Williams**

|                | Tiempo Fuera de Servicio de Unidades en Puerto Williams (hrs) |       |         |       |       |       |       |       |      |       |       |       |       |       |        |       |            |       |         |       |           |       |           |       |       |       |       |       |
|----------------|---|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|------------|-------|---------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                | Enero   |       | Febrero |       | Marzo |       | Abril |       | Mayo |       | Junio |       | Julio |       | Agosto |       | Septiembre |       | Octubre |       | Noviembre |       | Diciembre |       | TOTAL |       |       |       |
|                | Mant  | Falla | Mant    | Falla | Mant  | Falla | Mant  | Falla | Mant | Falla | Mant  | Falla | Mant  | Falla | Mant   | Falla | Mant       | Falla | Mant    | Falla | Mant      | Falla | Mant      | Falla | Mant  | Falla |       |       |
| CAT3508B       | 20  | 0     | 27      | 0     | 6     | 0     | 0     | 534   | 5    | 0     | 5     | 0     | 5     | 0     | 4      | 390   | 0          | 641   | 8       | 190   | 8         | 0     | 8         | 0     | 96    | 1.755 | 1.851 |       |
| CAT3508        | 0   | 0     | 0       | 0     | 0     | 0     | 0     | 216   | 0    | 744   | 0     | 720   | 0     | 744   | 0      | 744   | 0          | 530   | 0       | 744   | 0         | 720   | 0         | 711   | 0     | 5.873 | 5.873 |       |
| CAT3412        | 0   | 0     | 0       | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3    | 0     | 3     | 0     | 3     | 0     | 3      | 0     | 4          | 0     | 4       | 0     | 4         | 0     | 4         | 0     | 28    | 0     | 28    |       |
| DETROIT        | 0   | 0     | 0       | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3    | 0     | 3     | 0     | 0     | 0     | 2      | 0     | 4          | 0     | 0       | 4     | 0         | 4     | 0         | 4     | 0     | 20    | 0     | 20    |
| CUMMINS 1      | 0   | 744   | 0       | 672   | 0     | 744   | 0     | 720   | 0    | 744   | 0     | 720   | 0     | 744   | 0      | 744   | 0          | 713   | 0       | 744   | 0         | 720   | 0         | 744   | 0     | 8.753 | 8.753 |       |
| CUMMINS 2      | 744   | 0     | 672     | 0     | 744   | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 2          | 0     | 0       | 0     | 0         | 0     | 0         | 0     | 0     | 2.162 | 0     | 2.162 |
| CUMMINS PETWOB | 744   | 0     | 672     | 0     | 744   | 0     | 18    | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 2      | 0     | 2          | 0     | 0       | 744   | 0         | 720   | 0         | 744   | 2.182 | 2.208 | 4.390 |       |
| TOTAL          | 1.508   | 0     | 1.371   | 0     | 1.494 | 0     | 18    | 0     | 11   | 0     | 11    | 0     | 8     | 0     | 11     | 0     | 12         | 0     | 12      | 0     | 16        | 0     | 2.199     | 4.472 | 2.199 | 6.671 |       |       |

### 3.6 Curvas de duración empleadas para simular la operación del año 2006

Se elaboraron las curvas de duración mensuales para simular la operación del año 2006. En particular se han asignado 5 bloques de modo de minimizar el error en el ajuste de la curva. La altura del primer bloque se determinó como el valor de la demanda máxima del mes, mientras que su ancho o duración corresponde a las horas en que la demanda se situó por sobre el 95% de la demanda máxima mensual. En la siguiente tabla se presentan los datos empleados:

**Tabla 112: Curva de Duración de Puerto Williams**

|            |                | Bloque 1 | Bloque 2 | Bloque 3 | Bloque 4 | Bloque 5 |
|------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Enero      | Duración (Hrs) | 5        | 161      | 223      | 204      | 151      |
|            | % Dda Max      | 100%     | 84%      | 75%      | 67%      | 57%      |
| Febrero    | Duración (Hrs) | 1        | 110      | 164      | 240      | 157      |
|            | % Dda Max      | 100%     | 79%      | 66%      | 54%      | 44%      |
| Marzo      | Duración (Hrs) | 1        | 173      | 217      | 184      | 169      |
|            | % Dda Max      | 100%     | 80%      | 67%      | 55%      | 44%      |
| Abril      | Duración (Hrs) | 1        | 150      | 188      | 176      | 205      |
|            | % Dda Max      | 100%     | 74%      | 62%      | 51%      | 39%      |
| Mayo       | Duración (Hrs) | 2        | 241      | 253      | 151      | 97       |
|            | % Dda Max      | 100%     | 76%      | 62%      | 49%      | 32%      |
| Junio      | Duración (Hrs) | 12       | 185      | 224      | 206      | 93       |
|            | % Dda Max      | 100%     | 84%      | 71%      | 58%      | 36%      |
| Julio      | Duración (Hrs) | 5        | 183      | 219      | 240      | 97       |
|            | % Dda Max      | 100%     | 80%      | 66%      | 53%      | 32%      |
| Agosto     | Duración (Hrs) | 1        | 179      | 195      | 213      | 156      |
|            | % Dda Max      | 100%     | 69%      | 57%      | 49%      | 41%      |
| Septiembre | Duración (Hrs) | 1        | 95       | 221      | 215      | 188      |
|            | % Dda Max      | 100%     | 74%      | 61%      | 53%      | 45%      |
| Octubre    | Duración (Hrs) | 4        | 132      | 207      | 208      | 193      |
|            | % Dda Max      | 100%     | 80%      | 66%      | 57%      | 49%      |
| Noviembre  | Duración (Hrs) | 1        | 134      | 193      | 209      | 183      |
|            | % Dda Max      | 100%     | 76%      | 67%      | 59%      | 49%      |
| Diciembre  | Duración (Hrs) | 1        | 135      | 174      | 198      | 236      |
|            | % Dda Max      | 100%     | 58%      | 48%      | 41%      | 34%      |

### 3.7 Operación de las unidades generadoras

Se presenta la operación real de las unidades generadoras en Puerto Williams informada por la Empresa.

**Tabla 113: Operación real de las unidades en Puerto Williams (año 2006)**

|            | Energía Generada Año 2006 Puerto Williams (kWh) - Informado por Edelmag |         |           |           |           |                |         |           |
|------------|---|---------|-----------|-----------|-----------|----------------|---------|-----------|
|            | CAT3508   | CAT3412 | CAT3508B  | CUMMINS 1 | CUMMINS 2 | CUMMINS PETWOB | DETROIT | TOTAL     |
| Enero      | 5.320   | 23.450  | 213.930   | -         | -         | -              | 720     | 243.420   |
| Febrero    | 5.910   | 14.612  | 227.040   | -         | -         | -              | -       | 247.562   |
| Marzo      | 4.580   | 10.300  | 299.330   | -         | -         | -              | -       | 314.210   |
| Abril      | 75.080  | 48.780  | 127.373   | -         | 1.830     | 15.340         | 25.770  | 294.173   |
| Mayo       | -   | 28.080  | 265.780   | -         | -         | 2.453          | 17.510  | 313.823   |
| Junio      | -   | 40.776  | 242.352   | -         | -         | 2.350          | 15.760  | 301.238   |
| Julio      | -   | 36.619  | 272.153   | -         | -         | 950            | 13.120  | 322.842   |
| Agosto     | -   | 97.765  | 135.473   | -         | 6.620     | 45.060         | 54.180  | 339.098   |
| Septiembre | 81.102  | 76.260  | 26.278    | 103       | 36.190    | 22.770         | 54.130  | 296.833   |
| Octubre    | -   | 41.457  | 215.134   | -         | 26.880    | -              | 26.050  | 309.521   |
| Noviembre  | -   | 18.004  | 258.946   | -         | 10.360    | -              | 11.080  | 298.390   |
| Diciembre  | 7.875   | 50.889  | 107.137   | -         | 12.050    | -              | 33.320  | 211.271   |
| Total      | 179.867   | 486.992 | 2.390.926 | 103       | 93.930    | 88.923         | 251.640 | 3.492.381 |

A continuación se expone el resultado de la simulación del despacho de las unidades generadoras en Puerto Williams.

**Tabla 114: Operación simulada de las unidades en Puerto Williams (año 2006)**

|            | Energía Generada Año 2006 Puerto Williams (kWh) - Caso Simulado |         |           |            |            |                 |         |           |
|------------|---|---------|-----------|------------|------------|-----------------|---------|-----------|
|            | CAT3508   | CAT3412 | CAT3508B  | CUMMINGS 1 | CUMMINGS 2 | CUMMINGS PETWOB | DETROIT | TOTAL     |
| Enero      | 766   | -       | 202.543   | 344        | 286        | 20.607          | 18.875  | 243.420   |
| Febrero    | 2.028   | 0       | 201.960   | 23.637     | 155        | 19.782          | -       | 247.562   |
| Marzo      | 4   | -       | 289.330   | 24.660     | 3          | 213             | -       | 314.210   |
| Abril      | 611   | -       | 213.079   | 51.268     | 28.957     | 258             | -       | 294.173   |
| Mayo       | 17  | 22.126  | 290.620   | 1.052      | 9          | -               | -       | 313.823   |
| Junio      | 771   | 0       | 277.670   | 22.797     | 0          | 0               | 0       | 301.238   |
| Julio      | -   | 22.187  | 276.697   | 900        | -          | 23.058          | -       | 322.842   |
| Agosto     | 2.394   | -       | 310.892   | 25.068     | 3          | 738             | 3       | 339.098   |
| Septiembre | -   | -       | 282.715   | 551        | 13.563     | 4               | -       | 296.833   |
| Octubre    | 34  | -       | 290.423   | 19.048     | 17         | -               | -       | 309.521   |
| Noviembre  | 525   | 0       | 296.959   | 426        | 309        | 170             | 0       | 298.390   |
| Diciembre  | 519   | 523     | 105.839   | 52.610     | 3          | 27.275          | 24.503  | 211.271   |
| Total      | 7.668   | 44.836  | 3.038.725 | 222.360    | 43.306     | 92.105          | 43.380  | 3.492.381 |

## 4 ANEXO: ANTECEDENTES CAMIÓN GRÚA

(550)

**FORMULARIO CONTROL DE INVERSIONES**

INCLUIDA EN EL PLAN DE INVERSIONES AÑO: 2006

NOMBRE PROYECTO: Reemplazo camión grúa mantención generación

CODIGO: 6213101 IP: 3005640

FECHA DE INICIO: 02 Nov. 2006

FECHA ESTIMADA DE TERMINO: 31 Dic. 2006

MODIFICA VNR:  SI  NO

PRESUPUESTO APROBADO EN M\$: Compra autorizada M\$ 78.334= Equipo mayor capacidad y otros.  
75.600= US\$ 147.800= (Neto) Valor actual

---

**NO INCLUIDA EN EL PLAN DE INVERSIONES:**

PRESUPUESTO APROBADO EN M\$: \_\_\_\_\_

TIPO DE PROYECTO: \_\_\_\_\_

AREA RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

SIST. DONDE SE EJECUTA: \_\_\_\_\_

CODIGO \_\_\_\_\_

V° B° GERENTE TÉCNICO (sólo inversiones) \_\_\_\_\_

V° B° GERENTE GENERAL \_\_\_\_\_

---

**ANTECEDENTES QUE SE INCLUYEN:**

- • PRESUPUESTO APROBADO CON DETALLE DE
- • PRESUPUESTO MANO DE OBRA CONTRATISTA
- • PRESUPUESTO HORAS HOMBRE
- • EVALUACIÓN
- • PLANOS
- • OTROS ESPECIFICAR Informe selección camión grúa- Cotizaciones

PREPARADO POR: Juan Carlos Wurth

Punta Arenas, 02 de noviembre 2006

USO CONTABILIDAD

INGRESO OBRAS

INGRESO MGI

INGRESO MGA

INGRESO SAHO

*[Firma]*

*[Firma]*

FIRMA AUTORIZADA

**WEDELMAU**  
PRESA ELECTRICA DE MAGALLANES S.A.  
R.U.T.: 88.221.200 - 9  
Transporte, Distribución, Suministro de Energía  
Eléctrica y Venta Materiales Eléctricos  
Croacia N° 444 - Casilla 52 - D  
Fono : (61) 714042 Fax: (61) 714098  
PUNTA ARENAS CHILE

**ORDEN DE COMPRA**

N° P00007161

Punta Arenas, jueves, 16 noviembre, 2006

IMER CHILE S.A.  
5550235  
Sr(a).

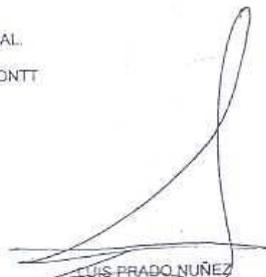
Considerar la presente Orden de Compra de acuerdo a su cotización, según COTIZACIÓN R/C 4812006, de los siguientes

con su pronto despacho, vía POR TRANSBORDADOR NAVIMAG PUERTO MONTT

| DESCRIPCION                                  | U.M. | CANTIDAD | PRECIO       | TOTAL      |
|--|------|----------|--------------|------------|
| CAMION GRUA VOLKSWAGEN Y GRUA TADANO 1882    | UN   | 1,00     | 147.781,00   | 147.781,00 |
| PAGO : CREDITO 30 DIAS                       |      |          | Afecto       | 147.781,00 |
| CONDICION : 6213101                          |      |          | iva          | 28.078,39  |
| CONDICION : NO SE ACEPTAN ENTREGAS PARCIALES |      |          | (US\$) Total | 175.859,39 |
| CONDICION : JUAN WURTH                       |      |          |              |            |
| CONDICION : 13589                            |      |          |              |            |
| CONDICION : CAMION GRUA CTP                  |      |          |              |            |
| CONDICION : CROACIA 444                      |      |          |              |            |

ORDEN DE GRUA CON CAPACIDAD 16 TON., MONTADA SOBRE CAMION  
CAMION 6 X 2, MODELO 24220, COMBUSTIBLE DIESEL, CON ACCESORIOS  
COSTOS  
CON BOLETA EN GARANTIA POR EL 50% DE LA OPERACION COMERCIAL.  
SE DEBE ENTREGAR EL CAMION EN TRANSBORDADOR EN PUERTO MONTT

Atentamente,

  
LUIS PRADO NUÑEZ  
GERENTE  
ADMINISTRACION Y FINANZAS





IMPORTADORA Y ARRENDADORA DE MAQUINARIAS S.A.  
Compra, Venta, Importación y Arrendamiento  
de Máquinas, Motores y Repuestos  
Servicio de Mantenimiento y Reparación de Maquinarias

R.U.T.: 96.900.610-3  
**FACTURA**  
Nº 000621



Victor Manuel 1960  
Santiago - Chile  
Fonos: 5550235 - 5562370  
Fax: 5442629  
E-mail: imerchile@imerchile.cl  
www.imerchile.cl

S.I.I. - SANTIAGO CENTRO  
Fecha Vigencia Emisión hasta 31 Diciembre 2007

|   |                         |
|---|-------------------------|
| Señores: EMPRESA ELECTRICA DE MAGALLANES S.A.                     | Fecha: 21 FEBRERO 2007  |
| R.U.T.: 88.221.200-9  | Condiciones:            |
| Dirección: CROACIA Nº 444   | O. Compra Nº: 700007161 |
| Ciudad: PUNTA ARENAS Comuna:                                      | Guía Nº:                |
| Giro: GENERACIÓN, TRANSPORTE, DISTRIBUCIÓN, SUMINISTRO DE ENERGIA | Fono: 61-714000         |

Por lo siguiente:

| CANTIDAD  | DETALLE  | DEBE        |            |
|---|--|-------------|------------|
|   |  | P. UNITARIO | TOTAL      |
| 1   | CAMIÓN MARCA VOLKSWAGEN, MODELO 24.220<br>4.800 M.M. ENTRE EJES, MOTOR DE 160 KW DE POTENCIA.<br>ORIGEN BRASIL. NUEVO Y SIN USO<br>PESO BRUTO VEHICULAR : 24.100 KGS.<br>TARA : 6.830 KGS.<br>NR. Y DISPOSICION DE EJES : S(2), D(8)<br>TIPO DE TRACCION : 6 x 2<br>TIPO DE CARROCERIA : PLATAFORMA<br>CAPACIDAD DE CARGA : 17.270 KGS.<br>TIPO DE COMBUSTIBLE : DIESEL<br>MOTOR CHASIS - AÑO COMERCIAL COLOR<br>30558489 98WZM82T26R6/435Z 2007 BLANCO<br>VEHICULO INSCRITO EN EL R.N.V.M CON PLACA PATENTE<br>WR 9252 NUEVO, SIN USO Y SIN PERMISO DE CIRCULACION. |             |            |
| CANCELADO _____ de _____ de _____   |  | NETO \$     | 27.825.000 |
| El acuse de recibo que se declara en este acto, de acuerdo a lo dispuesto en la letra b) del Art 4º, y la letra c) del Art 5º, de la ley 19.983, acredita que la entrega de mercaderías o servicio(s) prestado(s) ha(n) sido recibido(s). |  | % I.V.A. \$ | 5.286.750  |
| NOMBRE Patricia Fozdar Fozdar   | RECIBIDO   | TOTAL \$    | 33.111.750 |
| R.U.T. 9235.925-k   | FIRMA  |             |            |
| FECHA 22 FEBRERO 2007   |  |             |            |
| SON TREINTA Y TRES MILLONES CIENTO ONCE MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y CINCO   |  |             |            |

IMPRESA LEAS MOSCOSO Y FRANCO S.A. - SANTIAGO - F. 5552903 - RUT 12 4015427

ORIGINAL - C/ IMPRTE



## 5 ANEXO: PROYECCIÓN DE DEMANDA

### 5.1 *Determinación de los factores de modulación mensual en Puerto Williams.*

Se presenta la determinación de los factores de modulación mensuales del consumo. Debido a lo limitada de la información disponible acerca de la demanda histórica, sólo se utilizaron los datos del año 2006. La siguiente tabla ilustra los datos utilizados y los resultados obtenidos.

**Tabla 115: Factores de Modulación de Energía y Potencia de Puerto Williams**

| Año       | Mes        | Consumo (MWh) | Dda Max (kW) | Factor de Modulación Consumo | Factor de Modulación Potencia |
|-----------|------------|---------------|--------------|------------------------------|-------------------------------|
| 2006      | Enero      | 232           | 460          | 7%                           | 55%                           |
| 2006      | Febrero    | 238           | 626          | 7%                           | 74%                           |
| 2006      | Marzo      | 286           | 680          | 9%                           | 81%                           |
| 2006      | Abril      | 287           | 740          | 9%                           | 88%                           |
| 2006      | Mayo       | 305           | 704          | 9%                           | 83%                           |
| 2006      | Junio      | 292           | 630          | 9%                           | 75%                           |
| 2006      | Julio      | 313           | 711          | 9%                           | 84%                           |
| 2006      | Agosto     | 327           | 844          | 10%                          | 100%                          |
| 2006      | Septiembre | 284           | 732          | 8%                           | 87%                           |
| 2006      | Octubre    | 300           | 675          | 9%                           | 80%                           |
| 2006      | Noviembre  | 289           | 671          | 9%                           | 80%                           |
| 2006      | Diciembre  | 202           | 651          | 6%                           | 77%                           |
| Total Año |            | 3.357         | 844          | 100%                         | 100%                          |

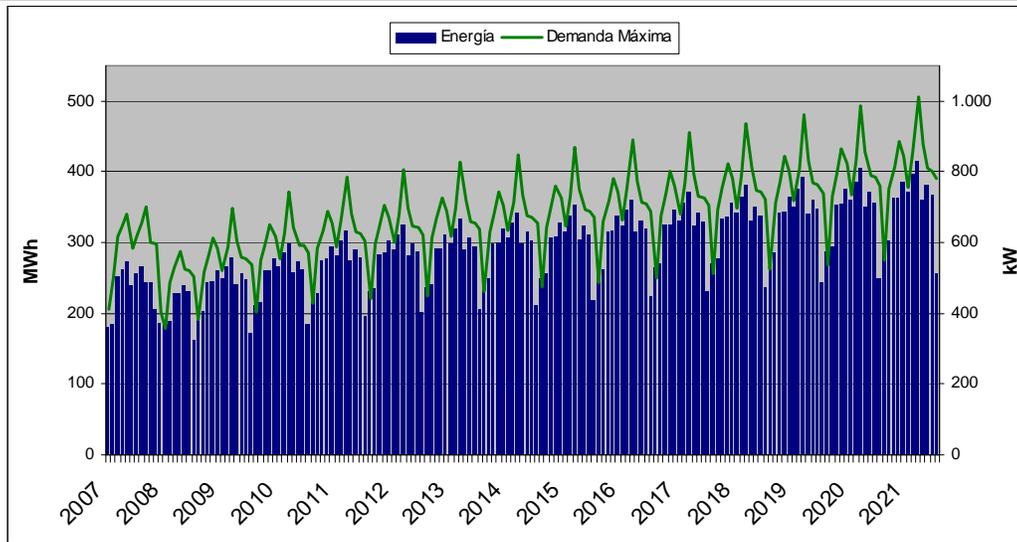
## 5.2 Proyección mensual del consumo en Puerto Williams

En la siguiente tabla se presenta el aporte de los grandes clientes, consumos asociados a la Armada y otros clientes, a la facturación total anual. Se aprecia que los consumidores de tipo residencial, agrupados en “Facturación Otros Clientes”, representan un porcentaje menor de la facturación, en comparación con los consumos asociados a la Armada y a otras empresas.

**Tabla 116: Facturación histórica por tipo de cliente**

| Facturación                | Unidades | 2003      | 2004      | 2005      | 2006      | 2007      |
|----------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Cidepes Ltda.              | kWh      | 214.937   | 182.538   | 178.410   | 88.305    | 2.720     |
|                            | %        | 9%        | 6%        | 5%        | 3%        | 0%        |
| Aeródromo                  | kWh      | 89.520    | 106.080   | 93.600    | 91.440    | 105.360   |
|                            | %        | 4%        | 3%        | 3%        | 3%        | 4%        |
| Cia. Telecomunicaciones    | kWh      | 74.250    | 73.680    | 79.800    | 73.920    | 73.752    |
|                            | %        | 3%        | 2%        | 2%        | 2%        | 3%        |
| Raesnawill                 | kWh      | 47.580    | 45.150    | 49.090    | 52.480    | 52.760    |
|                            | %        | 2%        | 1%        | 1%        | 2%        | 2%        |
| Meseta - Armada            | kWh      | 435.960   | 427.455   | 332.955   | 352.065   | 309.120   |
|                            | %        | 18%       | 13%       | 9%        | 11%       | 12%       |
| Muelle - Armada            | kWh      | 337.680   | 438.690   | 480.480   | 285.810   | 259.350   |
|                            | %        | 14%       | 13%       | 14%       | 9%        | 10%       |
| P. Marinos Ltda.           | kWh      | 2.936     | 279.957   | 553.455   | 461.255   | 536.865   |
|                            | %        | 0%        | 9%        | 16%       | 15%       | 20%       |
| Municipalidad              | kWh      | 34.744    | 88.843    | 85.918    | 85.161    | 120.931   |
|                            | %        | 1%        | 3%        | 2%        | 3%        | 5%        |
| Concar                     | kWh      | 186.375   | 555.975   | 590.625   | 514.500   | 110.670   |
|                            | %        | 7%        | 17%       | 17%       | 17%       | 4%        |
| Funcionario Armada         | kWh      | 246.742   | 252.629   | 261.778   | 243.424   | 240.802   |
|                            | %        | 10%       | 8%        | 7%        | 8%        | 9%        |
| Alumbrado Publico          | kWh      | 76.665    | 79.444    | 83.118    | 89.359    | 88.998    |
|                            | %        | 3%        | 2%        | 2%        | 3%        | 3%        |
| Facturación G. Clientes    | kWh      | 1.747.389 | 2.530.441 | 2.789.229 | 2.337.719 | 1.901.328 |
|                            | %        | 70%       | 78%       | 78%       | 76%       | 72%       |
| Facturación Otros Clientes | kWh      | 740.079   | 727.838   | 766.273   | 748.262   | 757.003   |
|                            | %        | 30%       | 22%       | 22%       | 24%       | 28%       |
| Facturación Total          | kWh      | 2.487.468 | 3.258.279 | 3.555.502 | 3.085.981 | 2.658.331 |

La Figura 39 presenta los resultados de la proyección de la demanda mensual en la barra de Puerto Williams. El detalle de los valores se presenta en la Tabla 117.



**Figura 39: Proyección de demanda mensual en Puerto Williams**

**Tabla 117: Proyección de la demanda mensual en Puerto Williams**

| PUERTO WILLIAMS |            |                         |                                   |                                     |                          |  |                             |                           |
|-----------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--|-----------------------------|---------------------------|
| Año             | Mes        | Factor de Forma Energía | Proyección de Consumo Anual (MWh) | Proyección de Consumo Mensual (MWh) | Factor de Forma Potencia | Proyección de Potencia Máxima Anual (kW) | Demanda Máxima Mensual (kW) | Demanda Máxima Anual (kW) |
| 2007            | Enero      | 6%                      | 2.799                             | 181                                 | 58%                      | 703                                      | 410                         | 703                       |
| 2007            | Febrero    | 7%                      | 2.799                             | 185                                 | 71%                      | 703                                      | 500                         |                           |
| 2007            | Marzo      | 9%                      | 2.799                             | 252                                 | 88%                      | 703                                      | 618                         |                           |
| 2007            | Abril      | 9%                      | 2.799                             | 263                                 | 92%                      | 703                                      | 648                         |                           |
| 2007            | Mayo       | 10%                     | 2.799                             | 274                                 | 97%                      | 703                                      | 681                         |                           |
| 2007            | Junio      | 9%                      | 2.799                             | 239                                 | 83%                      | 703                                      | 585                         |                           |
| 2007            | Julio      | 9%                      | 2.799                             | 257                                 | 88%                      | 703                                      | 620                         |                           |
| 2007            | Agosto     | 10%                     | 2.799                             | 267                                 | 93%                      | 703                                      | 657                         |                           |
| 2007            | Septiembre | 9%                      | 2.799                             | 245                                 | 100%                     | 703                                      | 703                         |                           |
| 2007            | Octubre    | 9%                      | 2.799                             | 243                                 | 85%                      | 703                                      | 600                         |                           |
| 2007            | Noviembre  | 7%                      | 2.799                             | 206                                 | 85%                      | 703                                      | 595                         |                           |
| 2007            | Diciembre  | 7%                      | 2.799                             | 187                                 | 58%                      | 703                                      | 405                         |                           |
| 2008            | Enero      | 7%                      | 2.680                             | 186                                 | 55%                      | 655                                      | 357                         | 655                       |
| 2008            | Febrero    | 7%                      | 2.680                             | 190                                 | 74%                      | 655                                      | 485                         |                           |
| 2008            | Marzo      | 9%                      | 2.680                             | 228                                 | 81%                      | 655                                      | 527                         |                           |
| 2008            | Abril      | 9%                      | 2.680                             | 229                                 | 88%                      | 655                                      | 574                         |                           |
| 2008            | Mayo       | 9%                      | 2.680                             | 243                                 | 83%                      | 655                                      | 546                         |                           |
| 2008            | Junio      | 9%                      | 2.680                             | 233                                 | 75%                      | 655                                      | 489                         |                           |
| 2008            | Julio      | 9%                      | 2.680                             | 250                                 | 84%                      | 655                                      | 551                         |                           |
| 2008            | Agosto     | 10%                     | 2.680                             | 261                                 | 100%                     | 655                                      | 655                         |                           |
| 2008            | Septiembre | 8%                      | 2.680                             | 227                                 | 87%                      | 655                                      | 568                         |                           |
| 2008            | Octubre    | 9%                      | 2.680                             | 240                                 | 80%                      | 655                                      | 523                         |                           |
| 2008            | Noviembre  | 9%                      | 2.680                             | 231                                 | 80%                      | 655                                      | 520                         |                           |
| 2008            | Diciembre  | 6%                      | 2.680                             | 162                                 | 77%                      | 655                                      | 505                         |                           |
| 2009            | Enero      | 7%                      | 2.865                             | 198                                 | 55%                      | 698                                      | 380                         | 698                       |
| 2009            | Febrero    | 7%                      | 2.865                             | 203                                 | 74%                      | 698                                      | 518                         |                           |
| 2009            | Marzo      | 9%                      | 2.865                             | 244                                 | 81%                      | 698                                      | 562                         |                           |
| 2009            | Abril      | 9%                      | 2.865                             | 245                                 | 88%                      | 698                                      | 612                         |                           |
| 2009            | Mayo       | 9%                      | 2.865                             | 260                                 | 83%                      | 698                                      | 582                         |                           |
| 2009            | Junio      | 9%                      | 2.865                             | 249                                 | 75%                      | 698                                      | 521                         |                           |
| 2009            | Julio      | 9%                      | 2.865                             | 267                                 | 84%                      | 698                                      | 588                         |                           |
| 2009            | Agosto     | 10%                     | 2.865                             | 279                                 | 100%                     | 698                                      | 698                         |                           |
| 2009            | Septiembre | 8%                      | 2.865                             | 242                                 | 87%                      | 698                                      | 605                         |                           |
| 2009            | Octubre    | 9%                      | 2.865                             | 256                                 | 80%                      | 698                                      | 558                         |                           |
| 2009            | Noviembre  | 9%                      | 2.865                             | 247                                 | 80%                      | 698                                      | 555                         |                           |
| 2009            | Diciembre  | 6%                      | 2.865                             | 173                                 | 77%                      | 698                                      | 538                         |                           |
| 2010            | Enero      | 7%                      | 3.051                             | 211                                 | 55%                      | 742                                      | 404                         | 742                       |
| 2010            | Febrero    | 7%                      | 3.051                             | 216                                 | 74%                      | 742                                      | 550                         |                           |
| 2010            | Marzo      | 9%                      | 3.051                             | 260                                 | 81%                      | 742                                      | 598                         |                           |
| 2010            | Abril      | 9%                      | 3.051                             | 261                                 | 88%                      | 742                                      | 651                         |                           |
| 2010            | Mayo       | 9%                      | 3.051                             | 277                                 | 83%                      | 742                                      | 619                         |                           |
| 2010            | Junio      | 9%                      | 3.051                             | 266                                 | 75%                      | 742                                      | 554                         |                           |
| 2010            | Julio      | 9%                      | 3.051                             | 285                                 | 84%                      | 742                                      | 625                         |                           |
| 2010            | Agosto     | 10%                     | 3.051                             | 298                                 | 100%                     | 742                                      | 742                         |                           |
| 2010            | Septiembre | 8%                      | 3.051                             | 258                                 | 87%                      | 742                                      | 644                         |                           |
| 2010            | Octubre    | 9%                      | 3.051                             | 273                                 | 80%                      | 742                                      | 593                         |                           |
| 2010            | Noviembre  | 9%                      | 3.051                             | 263                                 | 80%                      | 742                                      | 590                         |                           |
| 2010            | Diciembre  | 6%                      | 3.051                             | 184                                 | 77%                      | 742                                      | 572                         |                           |

|      |            |     |       |     |      |     |     |     |
|------|------------|-----|-------|-----|------|-----|-----|-----|
| 2011 | Enero      | 7%  | 3.240 | 224 | 55%  | 786 | 428 | 786 |
| 2011 | Febrero    | 7%  | 3.240 | 229 | 74%  | 786 | 583 |     |
| 2011 | Marzo      | 9%  | 3.240 | 276 | 81%  | 786 | 633 |     |
| 2011 | Abril      | 9%  | 3.240 | 277 | 88%  | 786 | 689 |     |
| 2011 | Mayo       | 9%  | 3.240 | 294 | 83%  | 786 | 656 |     |
| 2011 | Junio      | 9%  | 3.240 | 282 | 75%  | 786 | 587 |     |
| 2011 | Julio      | 9%  | 3.240 | 302 | 84%  | 786 | 662 |     |
| 2011 | Agosto     | 10% | 3.240 | 316 | 100% | 786 | 786 |     |
| 2011 | Septiembre | 8%  | 3.240 | 274 | 87%  | 786 | 682 |     |
| 2011 | Octubre    | 9%  | 3.240 | 290 | 80%  | 786 | 629 |     |
| 2011 | Noviembre  | 9%  | 3.240 | 279 | 80%  | 786 | 625 |     |
| 2011 | Diciembre  | 6%  | 3.240 | 195 | 77%  | 786 | 606 |     |
| 2012 | Enero      | 7%  | 3.329 | 231 | 55%  | 806 | 439 | 806 |
| 2012 | Febrero    | 7%  | 3.329 | 236 | 74%  | 806 | 598 |     |
| 2012 | Marzo      | 9%  | 3.329 | 283 | 81%  | 806 | 649 |     |
| 2012 | Abril      | 9%  | 3.329 | 284 | 88%  | 806 | 707 |     |
| 2012 | Mayo       | 9%  | 3.329 | 302 | 83%  | 806 | 672 |     |
| 2012 | Junio      | 9%  | 3.329 | 290 | 75%  | 806 | 602 |     |
| 2012 | Julio      | 9%  | 3.329 | 311 | 84%  | 806 | 679 |     |
| 2012 | Agosto     | 10% | 3.329 | 325 | 100% | 806 | 806 |     |
| 2012 | Septiembre | 8%  | 3.329 | 282 | 87%  | 806 | 699 |     |
| 2012 | Octubre    | 9%  | 3.329 | 298 | 80%  | 806 | 644 |     |
| 2012 | Noviembre  | 9%  | 3.329 | 287 | 80%  | 806 | 641 |     |
| 2012 | Diciembre  | 6%  | 3.329 | 201 | 77%  | 806 | 622 |     |
| 2013 | Enero      | 7%  | 3.420 | 237 | 55%  | 826 | 450 | 826 |
| 2013 | Febrero    | 7%  | 3.420 | 242 | 74%  | 826 | 613 |     |
| 2013 | Marzo      | 9%  | 3.420 | 291 | 81%  | 826 | 666 |     |
| 2013 | Abril      | 9%  | 3.420 | 292 | 88%  | 826 | 724 |     |
| 2013 | Mayo       | 9%  | 3.420 | 311 | 83%  | 826 | 689 |     |
| 2013 | Junio      | 9%  | 3.420 | 298 | 75%  | 826 | 617 |     |
| 2013 | Julio      | 9%  | 3.420 | 319 | 84%  | 826 | 696 |     |
| 2013 | Agosto     | 10% | 3.420 | 334 | 100% | 826 | 826 |     |
| 2013 | Septiembre | 8%  | 3.420 | 289 | 87%  | 826 | 716 |     |
| 2013 | Octubre    | 9%  | 3.420 | 306 | 80%  | 826 | 661 |     |
| 2013 | Noviembre  | 9%  | 3.420 | 295 | 80%  | 826 | 657 |     |
| 2013 | Diciembre  | 6%  | 3.420 | 206 | 77%  | 826 | 637 |     |
| 2014 | Enero      | 7%  | 3.514 | 243 | 55%  | 847 | 462 | 847 |
| 2014 | Febrero    | 7%  | 3.514 | 249 | 74%  | 847 | 628 |     |
| 2014 | Marzo      | 9%  | 3.514 | 299 | 81%  | 847 | 682 |     |
| 2014 | Abril      | 9%  | 3.514 | 300 | 88%  | 847 | 743 |     |
| 2014 | Mayo       | 9%  | 3.514 | 319 | 83%  | 847 | 706 |     |
| 2014 | Junio      | 9%  | 3.514 | 306 | 75%  | 847 | 632 |     |
| 2014 | Julio      | 9%  | 3.514 | 328 | 84%  | 847 | 713 |     |
| 2014 | Agosto     | 10% | 3.514 | 343 | 100% | 847 | 847 |     |
| 2014 | Septiembre | 8%  | 3.514 | 297 | 87%  | 847 | 735 |     |
| 2014 | Octubre    | 9%  | 3.514 | 314 | 80%  | 847 | 677 |     |
| 2014 | Noviembre  | 9%  | 3.514 | 303 | 80%  | 847 | 673 |     |
| 2014 | Diciembre  | 6%  | 3.514 | 212 | 77%  | 847 | 653 |     |
| 2015 | Enero      | 7%  | 3.611 | 250 | 55%  | 868 | 473 | 868 |
| 2015 | Febrero    | 7%  | 3.611 | 256 | 74%  | 868 | 644 |     |
| 2015 | Marzo      | 9%  | 3.611 | 307 | 81%  | 868 | 700 |     |
| 2015 | Abril      | 9%  | 3.611 | 309 | 88%  | 868 | 761 |     |
| 2015 | Mayo       | 9%  | 3.611 | 328 | 83%  | 868 | 724 |     |
| 2015 | Junio      | 9%  | 3.611 | 314 | 75%  | 868 | 648 |     |
| 2015 | Julio      | 9%  | 3.611 | 337 | 84%  | 868 | 731 |     |
| 2015 | Agosto     | 10% | 3.611 | 352 | 100% | 868 | 868 |     |
| 2015 | Septiembre | 8%  | 3.611 | 305 | 87%  | 868 | 753 |     |
| 2015 | Octubre    | 9%  | 3.611 | 323 | 80%  | 868 | 694 |     |
| 2015 | Noviembre  | 9%  | 3.611 | 311 | 80%  | 868 | 690 |     |
| 2015 | Diciembre  | 6%  | 3.611 | 218 | 77%  | 868 | 670 |     |

|      |            |     |       |     |      |       |       |      |
|------|------------|-----|-------|-----|------|-------|-------|------|
| 2016 | Enero      | 7%  | 3.711 | 257 | 55%  | 890   | 485   | 890  |
| 2016 | Febrero    | 7%  | 3.711 | 263 | 74%  | 890   | 660   |      |
| 2016 | Marzo      | 9%  | 3.711 | 316 | 81%  | 890   | 717   |      |
| 2016 | Abril      | 9%  | 3.711 | 317 | 88%  | 890   | 781   |      |
| 2016 | Mayo       | 9%  | 3.711 | 337 | 83%  | 890   | 743   |      |
| 2016 | Junio      | 9%  | 3.711 | 323 | 75%  | 890   | 665   |      |
| 2016 | Julio      | 9%  | 3.711 | 346 | 84%  | 890   | 750   |      |
| 2016 | Agosto     | 10% | 3.711 | 362 | 100% | 890   | 890   |      |
| 2016 | Septiembre | 8%  | 3.711 | 314 | 87%  | 890   | 772   |      |
| 2016 | Octubre    | 9%  | 3.711 | 332 | 80%  | 890   | 712   |      |
| 2016 | Noviembre  | 9%  | 3.711 | 320 | 80%  | 890   | 708   |      |
| 2016 | Diciembre  | 6%  | 3.711 | 224 | 77%  | 890   | 687   |      |
| 2017 | Enero      | 7%  | 3.814 | 264 | 55%  | 913   | 498   | 913  |
| 2017 | Febrero    | 7%  | 3.814 | 270 | 74%  | 913   | 677   |      |
| 2017 | Marzo      | 9%  | 3.814 | 324 | 81%  | 913   | 736   |      |
| 2017 | Abril      | 9%  | 3.814 | 326 | 88%  | 913   | 801   |      |
| 2017 | Mayo       | 9%  | 3.814 | 346 | 83%  | 913   | 762   |      |
| 2017 | Junio      | 9%  | 3.814 | 332 | 75%  | 913   | 682   |      |
| 2017 | Julio      | 9%  | 3.814 | 356 | 84%  | 913   | 769   |      |
| 2017 | Agosto     | 10% | 3.814 | 372 | 100% | 913   | 913   |      |
| 2017 | Septiembre | 8%  | 3.814 | 323 | 87%  | 913   | 792   |      |
| 2017 | Octubre    | 9%  | 3.814 | 341 | 80%  | 913   | 730   |      |
| 2017 | Noviembre  | 9%  | 3.814 | 329 | 80%  | 913   | 726   |      |
| 2017 | Diciembre  | 6%  | 3.814 | 230 | 77%  | 913   | 704   |      |
| 2018 | Enero      | 7%  | 3.920 | 272 | 55%  | 936   | 510   | 936  |
| 2018 | Febrero    | 7%  | 3.920 | 278 | 74%  | 936   | 695   |      |
| 2018 | Marzo      | 9%  | 3.920 | 334 | 81%  | 936   | 755   |      |
| 2018 | Abril      | 9%  | 3.920 | 335 | 88%  | 936   | 821   |      |
| 2018 | Mayo       | 9%  | 3.920 | 356 | 83%  | 936   | 781   |      |
| 2018 | Junio      | 9%  | 3.920 | 341 | 75%  | 936   | 699   |      |
| 2018 | Julio      | 9%  | 3.920 | 366 | 84%  | 936   | 789   |      |
| 2018 | Agosto     | 10% | 3.920 | 382 | 100% | 936   | 936   |      |
| 2018 | Septiembre | 8%  | 3.920 | 332 | 87%  | 936   | 812   |      |
| 2018 | Octubre    | 9%  | 3.920 | 351 | 80%  | 936   | 749   |      |
| 2018 | Noviembre  | 9%  | 3.920 | 338 | 80%  | 936   | 745   |      |
| 2018 | Diciembre  | 6%  | 3.920 | 236 | 77%  | 936   | 722   |      |
| 2019 | Enero      | 7%  | 4.030 | 279 | 55%  | 961   | 524   | 961  |
| 2019 | Febrero    | 7%  | 4.030 | 285 | 74%  | 961   | 712   |      |
| 2019 | Marzo      | 9%  | 4.030 | 343 | 81%  | 961   | 774   |      |
| 2019 | Abril      | 9%  | 4.030 | 344 | 88%  | 961   | 842   |      |
| 2019 | Mayo       | 9%  | 4.030 | 366 | 83%  | 961   | 801   |      |
| 2019 | Junio      | 9%  | 4.030 | 351 | 75%  | 961   | 717   |      |
| 2019 | Julio      | 9%  | 4.030 | 376 | 84%  | 961   | 809   |      |
| 2019 | Agosto     | 10% | 4.030 | 393 | 100% | 961   | 961   |      |
| 2019 | Septiembre | 8%  | 4.030 | 341 | 87%  | 961   | 833   |      |
| 2019 | Octubre    | 9%  | 4.030 | 361 | 80%  | 961   | 768   |      |
| 2019 | Noviembre  | 9%  | 4.030 | 348 | 80%  | 961   | 764   |      |
| 2019 | Diciembre  | 6%  | 4.030 | 243 | 77%  | 961   | 741   |      |
| 2020 | Enero      | 7%  | 4.143 | 287 | 55%  | 985   | 537   | 985  |
| 2020 | Febrero    | 7%  | 4.143 | 293 | 74%  | 985   | 731   |      |
| 2020 | Marzo      | 9%  | 4.143 | 352 | 81%  | 985   | 794   |      |
| 2020 | Abril      | 9%  | 4.143 | 354 | 88%  | 985   | 864   |      |
| 2020 | Mayo       | 9%  | 4.143 | 376 | 83%  | 985   | 822   |      |
| 2020 | Junio      | 9%  | 4.143 | 361 | 75%  | 985   | 735   |      |
| 2020 | Julio      | 9%  | 4.143 | 387 | 84%  | 985   | 830   |      |
| 2020 | Agosto     | 10% | 4.143 | 404 | 100% | 985   | 985   |      |
| 2020 | Septiembre | 8%  | 4.143 | 350 | 87%  | 985   | 855   |      |
| 2020 | Octubre    | 9%  | 4.143 | 371 | 80%  | 985   | 788   |      |
| 2020 | Noviembre  | 9%  | 4.143 | 357 | 80%  | 985   | 783   |      |
| 2020 | Diciembre  | 6%  | 4.143 | 250 | 77%  | 985   | 760   |      |
| 2021 | Enero      | 7%  | 4.259 | 295 | 55%  | 1.011 | 551   | 1011 |
| 2021 | Febrero    | 7%  | 4.259 | 302 | 74%  | 1.011 | 750   |      |
| 2021 | Marzo      | 9%  | 4.259 | 362 | 81%  | 1.011 | 814   |      |
| 2021 | Abril      | 9%  | 4.259 | 364 | 88%  | 1.011 | 886   |      |
| 2021 | Mayo       | 9%  | 4.259 | 387 | 83%  | 1.011 | 843   |      |
| 2021 | Junio      | 9%  | 4.259 | 371 | 75%  | 1.011 | 755   |      |
| 2021 | Julio      | 9%  | 4.259 | 397 | 84%  | 1.011 | 852   |      |
| 2021 | Agosto     | 10% | 4.259 | 416 | 100% | 1.011 | 1.011 |      |
| 2021 | Septiembre | 8%  | 4.259 | 360 | 87%  | 1.011 | 877   |      |
| 2021 | Octubre    | 9%  | 4.259 | 381 | 80%  | 1.011 | 808   |      |
| 2021 | Noviembre  | 9%  | 4.259 | 367 | 80%  | 1.011 | 804   |      |
| 2021 | Diciembre  | 6%  | 4.259 | 257 | 77%  | 1.011 | 780   |      |

## 6 ANEXO: DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN PUERTO WILLIAMS

De los antecedentes proporcionados por EDELMAG, referente a su operación durante el año 2006, se obtiene un consumo propio promedio de 1,4 %.

**Tabla 118: Producción y consumos propios Puerto Williams 2006**

|                        | Ene-06 | Feb-06 | Mar-06 | Abr-06 | May-06 | Jun-06 | Jul-06 | Ago-06 | Sep-06 | Oct-06 | Nov-06 | Dic-06 |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Producción Bruta (MWh) | 243,4  | 247,6  | 314,2  | 294,2  | 313,8  | 301,2  | 322,8  | 339,1  | 296,8  | 309,5  | 298,4  | 211,3  |
| Consumos Propios (MWh) | 5,2    | 4,3    | 4,3    | 3,8    | 2,6    | 3,2    | 3,4    | 4,9    | 6,5    | 3,1    | 2,3    | 3,5    |
| % Consumos propios     | 2,1%   | 1,7%   | 1,4%   | 1,3%   | 0,8%   | 1,1%   | 1,0%   | 1,4%   | 2,2%   | 1,0%   | 0,8%   | 1,7%   |

Posteriormente, para estimar el % de pérdidas asociadas a los transformadores (no se consideran pérdidas en transmisión, dado que la proyección de demanda esta realizada en la cabecera de los alimentadores), se procede de acuerdo al siguiente procedimiento:

*Pérdidas en Vacío:* Las pérdidas en vacío son independientes del nivel de utilización del transformador. Estas pérdidas están indicadas por el fabricante y su nivel máximo permitido es el siguiente:

**Tabla 119: Pérdidas en Vacío para transformadores de distribución**

| Capacidad (kVA) | Pérdidas Máximas en vacío (W) |
|-----------------|-------------------------------|
| 400             | 900                           |
| 630             | 1200                          |
| 800             | 1542                          |

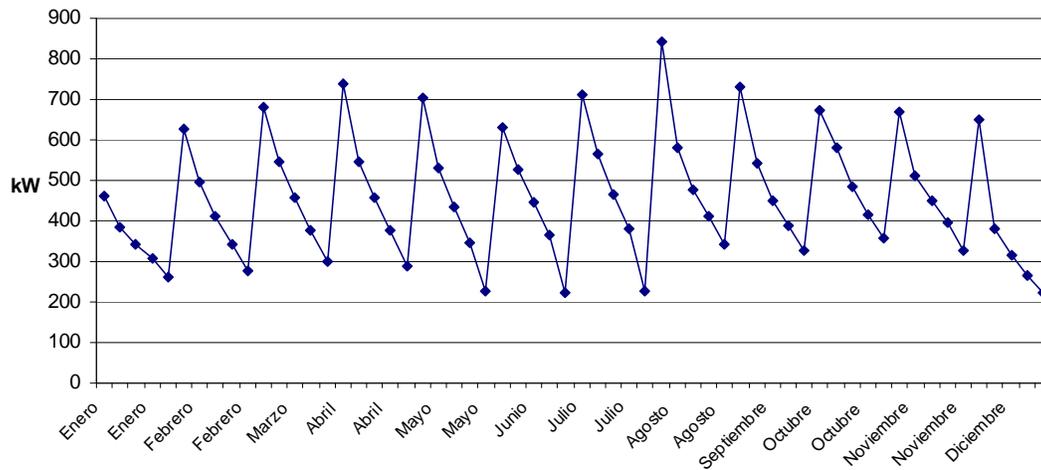
Por lo tanto, si se supone que el transformador opera, en promedio, un 90 % del tiempo se tiene que la energía disipada en el hierro en un año es de:  $(900+900+1200+1542) \times 8760 \times 0,9$ , que equivale a 35,8 MWh, que representa un 1,03 % de la energía producida el año 2006.

*Pérdidas en carga:* dependen de la operación del transformador, no obstante, los fabricantes indican el nivel de pérdidas máximo a potencia nominal que sus unidades provocan, las cuales para el caso de transformadores similares a los presentados en Puerto Williams son:

**Tabla 120: Pérdidas en carga para transformadores de distribución**

| Capacidad (kVA) | Pérdidas Máximas en carga (W) |
|-----------------|-------------------------------|
| 400             | 4000                          |
| 630             | 6200                          |
| 800             | 7694                          |

Si los transformadores siempre fuesen usados a potencia nominal, bastaría con multiplicar los valores señalados por el número de horas de utilización. Sin embargo, dicha suposición no es válida y depende de la curva de carga asociada al sistema, Figura 40.



**Figura 40: Demanda año 2006 – Curvas de carga mensuales**

Utilizando las curvas de carga y considerando que las pérdidas dependen del cuadrado de la corriente es posible determinar las pérdidas para todo el año en cuestión. A través de la siguiente expresión:

$$Pérdidas = \sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^5 d_{ji} \cdot \sum_{k=1}^4 \left( \frac{S_{ijk}}{S_k} \right)^2 \cdot P_k$$

Donde:

Pérdidas : son las pérdidas totales en carga para el año base

$d_{ji}$  : es la duración del bloque i para el mes j

$S_{ijk}$  : es la demanda que se inyecta a través de transformador k en el bloque i del mes j.

$S_k$  : es la potencia del transformador k.

$P_k$  : es la pérdida máxima en carga para el transformador k.

Si se considera, que la carga es asumida por el transformador de 630 kW y por el de 400 kW, el valor total de las pérdidas es de 28,9 MWh, que representa un 0,83% de la energía producida en el año base.

De esta forma las pérdidas totales, consumos propios, pérdidas en vacío y pérdidas en carga, son 3,26 % (1,4 % + 1,03 % + 0,83 %).

## 7 ANEXO: CARACTERÍSTICAS DE UNIDADES GENERADORAS Y DE SUBESTACIÓN

Tabla 121: Características Unidades Generatoras

|   |   | Características de Unidades Generatoras             |                    |  |                    |                    |                    |                   |  |
|---|---|---|--------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--|
|   |   | CAT. 3508   | CAT. 3412          | CAT. 3508B   | CUMMINS D1         | CUMMINS D2         | PETWOB             | DETROIT           |  |
| Unidades Generatoras  | Sistema   | Puerto Williams                                     | Puerto Williams    | Puerto Williams  | Puerto Williams    | Puerto Williams    | Puerto Williams    | Puerto Williams   |  |
|   | Proprietario  | EDELMAG   | EDELMAG            | EDELMAG  | EDELMAG            | EDELMAG            | EDELMAG            | EDELMAG           |  |
|   | Giro (1)  | G-T-D   | G-T-D              | G-T-D  | G-T-D              | G-T-D              | G-T-D              | G-T-D             |  |
|   | Región  | XII   | XII                | XII  | XII                | XII                | XII                | XII               |  |
|   | Provincia   | Antartica Chilena                                   | Antartica Chilena  | Antartica Chilena  | Antartica Chilena  | Antartica Chilena  | Antartica Chilena  | Antartica Chilena |  |
|   | Coordenadas [UTM 19 PSAD 56]  | 407.969/4.094.411                                   | 407.969/4.094.411  | 407.969/4.094.411  | 407.969/4.094.411  | 407.969/4.094.411  | 407.969/4.094.411  | 407.969/4.094.411 |  |
|   | Tipo Unidad generadora (2)  | Térmica Diesel                                      | Térmica Diesel     | Térmica Diesel   | Térmica Diesel     | Térmica Diesel     | Térmica Diesel     | Térmica Diesel    |  |
|   | Capacidad [MW]  | 0,73  | 0,35               | 0,59   | 0,25               | 0,25               | 0,25               | 0,25              |  |
|   | Potencia Mínima [MW]  | 0,34  | 0,175              | 0,29   | 0,14               | 0,14               | 0,126              | 0,125             |  |
|   | Año Fabricación o Construcción  | 2005  | 1993               | 2004   | 1995               | 1995               | 2007               | 2003              |  |
|   | Vida Útil   | 20  | 20                 | 20   | 20                 | 20                 | 20                 | 20                |  |
|   | Tasa de Indisponibilidad Forzada  | 3%  | 3%                 | 3%   | 3%                 | 3%                 | 3%                 | 3%                |  |
|   | Días Mantenimiento Anual (mantenimiento promedio considerando overhaul) | 29  | 27                 | 29   | 26                 | 26                 | 26                 | 26                |  |
|   | Tiempo de Partida [minutos]   | 3 MIN   | 3 MIN              | 3 MIN  | 3 MIN              | 3 MIN              | 3 MIN              | 3 MIN             |  |
|   | Tipo Turbina (3)  | Ciclo Diesel  | Ciclo Diesel       | Ciclo Diesel   | Ciclo Diesel       | Ciclo Diesel       | Ciclo Diesel       | Ciclo Diesel      |  |
|   | Tipo Generador (4)  | Sincrónico  | Sincrónico         | Sincrónico   | Sincrónico         | Sincrónico         | Sincrónico         | Sincrónico        |  |
|   | Número de Polos Generador   | 4   | 4                  | 4  | 4                  | 4                  | 4                  | 4                 |  |
|   | Velocidad [r. p. m.]  | 1500  | 1500               | 1090   | 1500               | 1500               | 1500               | 1800              |  |
|   | Tipo Refrigeración (5)  |   |                    | AGUA DESTILADA MEZCLADA CON ANTICONGELANTE Y ANTICORROSIVO |                    |                    |                    |                   |  |
|   | Tipo Lubricación (6)  | ACEITE 15W40  | ACEITE 15W40       | ACEITE 15W40   | ACEITE 15W40       | ACEITE 15W40       | ACEITE 15W40       | ACEITE 15W40      |  |
| Tensión en Bornes   | 400   | 400   | 400                | 400  | 400                | 400                | 400                |                   |  |
| Transformador elevador de tensión (7)                           | 0,4/13,2 KV   | 0,4/13,2 KV   | 0,4/13,2 KV        | 0,4/13,2 KV  | 0,4/13,2 KV        | 0,4/13,2 KV        | 0,4/13,2 KV        |                   |  |
| Línea Hasta Subestación de Inyección (8)                        | No tiene  | No tiene  | No tiene           | No tiene   | No tiene           | No tiene           | No tiene           |                   |  |
| Subestación en que Inyecta                                      | SE Puerto Williams  | SE Puerto Williams                                  | SE Puerto Williams | SE Puerto Williams   | SE Puerto Williams | SE Puerto Williams | SE Puerto Williams |                   |  |
| Termoeléctricas   | Tipo Combustible  | DIESEL  | DIESEL             | DIESEL   | DIESEL             | DIESEL             | DIESEL             |                   |  |
|   | Consumo Especifico  | 0,294   | 0,296              | 0,28   | 0,272              | 0,278              | 0,288              |                   |  |
|   | Combustible Alternativo   | No tiene  | No tiene           | No tiene   | No tiene           | No tiene           | No tiene           |                   |  |
|   | Consumo Especifico Alternativo  | No tiene  | No tiene           | No tiene   | No tiene           | No tiene           | No tiene           |                   |  |
|   | Costo Variable no Combustible (operando en base)                        | 22,01   | 27,68              | 29,48  | 30,34              | 30,34              | 30,34              |                   |  |
|   | Estanque de Combustibles (M3)   | 1,5   | 0,6                | 3  |                    | 1                  |                    |                   |  |
|   | Sistema de Tratamiento Combustibles (10)                                | CENTRIFUGADO  | CENTRIFUGADO       | CENTRIFUGADO   | CENTRIFUGADO       | CENTRIFUGADO       | CENTRIFUGADO       |                   |  |
| Otros (19)  | Equipos de Control  | CONTROL MEDIANTE SATEC. Y SISTEMA CONTROL DE UNIDAD |                    |  |                    |                    |                    |                   |  |
|   | Equipos de Medida   | CONTROL MEDIANTE SATEC. Y SISTEMA CONTROL DE UNIDAD |                    |  |                    |                    |                    |                   |  |
|   | Protecciones  | INTERRUPTOR   | INTERRUPTOR        | INTERRUPTOR  | INTERRUPTOR        | INTERRUPTOR        | INTERRUPTOR        | INTERRUPTOR       |  |
|   | Banco de Baterías   | NO  | NO                 | 24 V   | 24V                | 24V                | 24V                | NO                |  |
|   | Tipo de Fundación   | HORMIGON  | HORMIGON           | HORMIGON   | HORMIGON           | HORMIGON           | HORMIGON           | HORMIGON          |  |
| Parámetro eléctricos (20)                                       | Edificios o Galpones  | GALPON  | GALPON             | GALPON   | CONTENEDOR         | CONTENEDOR         | CONTENEDOR         | UNIDAD MOVIL      |  |
|   | Reactancia Sincrona +   | 40,56   | 40,56              | 40,56  | 34,04              | 34,04              | 34,04              |                   |  |
|   | Reactancia Sincrona -   | 41,56   | 41,56              | 41,56  | 53,9               | 53,9               | 53,9               |                   |  |
|   | Reactancia Sincrona 0   | 8,44  | 8,44               | 8,44   | 31,21              | 31,21              | 31,21              |                   |  |
| Fecha de Puesta en Servicio                                     | mes/año   | *   | *                  | 01-08-2005   | *                  | *                  | 01-06-2007         |                   |  |
| Frecuencia entre mantenimiento mayor                            | Horas   | 22000   | 20000              | 22000  | 20000              | 20000              | 20000              |                   |  |
| Costo mantenimiento mayor                                       | [M\$] al 31/12/06   |   |                    |  |                    |                    |                    |                   |  |
| <b>Valorización de Unidades Generatoras</b>                     |   |   |                    |  |                    |                    |                    |                   |  |
| Valorización unidad generadora                                  | (\$) al 31/12/06  | 139.185.279,07                                      | 75.919.371,07      | 190.266.668,91   | 59.270.447,91      | 59.270.448         | 59.270.448         | 48.762.775        |  |
| Valorización equipos y transformadores                          | (\$) al 31/12/06  | 18.191.863  | 12.784.376,47      | 17.422.558,80  | 3.253.563,47       | 3.253.563          | 3.253.563          | -                 |  |
| Terrenos, edificios, servidumbres, derechos municipales y otros | (\$) al 31/12/06  |   |                    |  |                    |                    |                    |                   |  |
| COyM  | (\$/año) al 31/12/06  |   |                    |  |                    |                    |                    |                   |  |
| <b>Total</b>  | (\$) al 31/12/06  | 157.377.142   | 88.703.748         | 207.689.228  | 62.524.011         | 62.524.011         | 62.524.011         | 48.762.775        |  |

\* Equipos presentes en la subestación al momento de la compra por parte de EDELMAG.

**Tabla 122: Características Subestación**

| Características de Subestaciones                     |                                |   |
|--|--------------------------------|---|
|  |                                | S/E 1   |
| Subestación  | Propietario                    | EDELMAG S.A.  |
|  | Giro (1)                       | G-T-D   |
|  | Nombre Subestación             | Puerto Williams   |
|  | Región                         | XII   |
|  | Provincia                      | Antártica Chilena   |
|  | Coordenadas (UTM 19 PSAD 56)   | 407.969/4.094.411   |
|  | Tipo (2)                       | 1   |
|  | Superficie (mts <sup>2</sup> ) | 203   |
|  | Número de Paños                | 1   |
|  | Número de Transformadores      | 4 Elevadores de tensión   |
| Transformadores                                      | Propietario                    | NO HAY TRANSFORMADORES DE PODER<br>SÓLO EXISTEN TRANSFORMADORES<br>ELEVADORES DE TENSIÓN<br>CONSIDERADOS EN LA TABLA DE<br>UNIDADES GENERADORAS |
|  | Giro                           |   |
|  | Año Fabricación                |   |
|  | Razón de Transformación        |   |
|  | Tipo Transformador (3)         |   |
|  | Estado Transformador (4)       |   |
|  | Capacidad Maxima [MVA]         |   |
|  | Flujo Máximo 2006 [MW]         |   |
|  | Flujo Energía 2006 [MWh]       |   |
|  | Tipo Refrigeración             |   |
|  | Días Mantenimiento Anual       |   |
|  | Número de Taps (5)             |   |
|  | Tipo Taps (6)                  |   |
|  | Peso (Toneladas)               |   |
| Tipo Fundación                                       |                                |   |
| Tipo Malla de Puesta a Tierra                        |                                |   |
| Parámetro eléctricos (7)                             | R                              |   |
|  | X                              |   |
|  | Impedancia                     |   |
|  | Conección                      |   |
|  | Pérdidas en Vacío              |   |
| Tasa de Falla (8)                                    |                                |   |
| Paños  | Propietario                    | EDELMAG S.A.  |
|  | Giro                           | G-T-D   |
|  | Tensión [kV]                   | 13,2  |
|  | Tipo Paño (9)                  |   |
| Interruptores  | Tipo de Interruptor (10)       | NOVA Form 6, 15kV   |
|  | Capacidad de Interrupción (A)  | 650   |
|  | Tipo de Reconexión (11)        | A   |
|  | Días Mantenimiento Anual       |   |
|  | Año Fabricación                |   |
| Otros (12)   | Transformadores de Potencial   | Siemens, 8400/120V, 15kV, 50Hz, 200VA   |
|  | Transformadores de Corriente   | Areva, 25x50/5-5A, 15kV, 50Hz   |
|  | Tipo de Desconectador          | S&C, 15kV   |
|  | Transformador SSAA             | Tusan, 0,4/13,2 kV, Dy1   |
|  | Estructura Metálica            | Marco Subestación   |
|  | Tipo Puesta a Tierra           |   |
| Pararrayos   |                                |   |
| Equipos de Compensación                              |                                | No tiene  |
| Edificios  | Propietario                    |   |
|  | Giro                           |   |
|  | Uso (14)                       |   |
|  | Tipo de Construcción           |   |
|  | Superficie (mts <sup>2</sup> ) |   |
|  | Número de Pisos                |   |
|  | Año Construcción               |   |
| Otros Equipos (15)                                   | Número de Habitaciones         |   |
|  | Número de Baños                |   |
|  | Equipos de Control             |   |
|  | Equipos de Medida              |   |
|  | Equipos de Telecomunicaciones  |   |
| Bancos de Baterías                                   |                                |   |
| Frecuencia entre mantenimiento mayor                 | Horas                          |   |
| Costo mantenimiento mayor                            | [M\$] al 31/12/06              |   |
| Valorización de Subestaciones                        |                                |   |
|  |                                | S/E 1   |
| Transformadores                                      | (\$) al 31/12/06               | -   |
| Otros equipos  | (\$) al 31/12/06               | 50.498.464  |
| Terrenos, servidumbres, derechos municipales y otros | (\$) al 31/12/06               | 39.883.613  |
| COyM   | (\$/año) al 31/12/06           |   |
| <b>Total</b>   | <b>(\$) al 31/12/06</b>        | <b>90.382.077</b>   |

## 8 ANEXO: MÓDULOS DE EXPANSIÓN DE GENERACIÓN

En las tablas siguientes, el valor del costo variable no combustible supone una operación en semi – base (5000 horas de operación/año) y el costo total no incorpora el valor del transformador asociado, en caso que el plan de expansión requiera la entrada de alguna de estas unidades, al valor de inversión final se agregará el costo del transformador necesario para llevar a cabo dicha expansión.

**Tabla 123: Módulo de Generación MD-C 15**

| Generador MD-C15                                    | Descripción           | Unidad             |
|---|-----------------------|--------------------|
| Capacidad   | 360                   | kW                 |
| Tipo  | MD                    |                    |
| Combustible Principal                               | Diesel                |                    |
| Combustible Alternativo                             | No tiene              |                    |
| Costo Variable No Combustible                       | 38,49                 | US/MWh             |
| Consumo específico                                  | 0,283                 | litros/kWh         |
| Velocidad generador                                 | 1500                  | RPM                |
| Tasa de indisponibilidad forzada                    | 3                     | %                  |
| Switchgear (Equipo de control, protección y medida) |                       | Incluido Proveedor |
| Unit Motor Control Center                           |                       | Incluido Proveedor |
| Enclosed Package for Outdoor Installation           |                       | Incluido Proveedor |
| Tensión en bornes                                   | 0,4                   | kV                 |
| Transformador                                       | 13,2/0,4 kV - 400 KVA |                    |
| Costo Modulo  | 164.312               | US\$               |
| Costo unitario Modulo                               | 451                   | US\$/kW            |
| Vida útil   | 20                    | años               |

**Tabla 124: Módulo de Generación MD-C 18**

| Generador MD-C18                                    | Descripción           | Unidad             |
|---|-----------------------|--------------------|
| Capacidad   | 400                   | kW                 |
| Tipo  | MD                    |                    |
| Combustible Principal                               | Diesel                |                    |
| Combustible Alternativo                             | No tiene              |                    |
| Costo Variable No Combustible                       | 37,58                 | US/MWh             |
| Consumo específico                                  | 0,2828                | litros/kWh         |
| Velocidad generador                                 | 1500                  | RPM                |
| Tasa de indisponibilidad forzada                    | 3                     | %                  |
| Switchgear (Equipo de control, protección y medida) |                       | Incluido Proveedor |
| Unit Motor Control Center                           |                       | Incluido Proveedor |
| Enclosed Package for Outdoor Installation           |                       | Incluido Proveedor |
| Tensión en bornes                                   | 0,4                   | kV                 |
| Transformador                                       | 13,2/0,4 kV - 500 KVA |                    |
| Costo Modulo  | 167.741               | US\$               |
| Costo unitario Modulo                               | 419                   | US\$/kW            |
| Vida útil   | 20                    | años               |

**Tabla 125: Módulo de Generación MD- 3412**

| Generador MD-3412                                   | Descripción           | Unidad             |
|---|-----------------------|--------------------|
| Capacidad   | 540                   | kW                 |
| Tipo  | MD                    |                    |
| Combustible Principal                               | Diesel                |                    |
| Combustible Alternativo                             | No tiene              |                    |
| Costo Variable No Combustible                       | 32,24                 | US/MWh             |
| Consumo específico                                  | 0,2822                | litros/kWh         |
| Velocidad generador                                 | 1000                  | RPM                |
| Tasa de indisponibilidad forzada                    | 3                     | %                  |
| Switchgear (Equipo de control, protección y medida) |                       | Incluido Proveedor |
| Unit Motor Control Center                           |                       | Incluido Proveedor |
| Enclosed Package for Outdoor Installation           |                       | Incluido Proveedor |
| Tensión en bornes                                   | 0,4                   | kV                 |
| Transformador                                       | 13,2/0,4 kV - 630 KVA |                    |
| Costo Modulo  | 234.008               | US\$               |
| Costo unitario Modulo                               | 430                   | US\$/kW            |
| Vida útil   | 20                    | años               |

**Tabla 126: Módulo de Generación MD- 3508 B**

| Generador MD-3508B                                  | Descripción           | Unidad             |
|---|-----------------------|--------------------|
| Capacidad   | 590                   | kW                 |
| Tipo  | MD                    |                    |
| Combustible Principal                               | Diesel                |                    |
| Combustible Alternativo                             | No tiene              |                    |
| Costo Variable No Combustible                       | 41,27                 | US/MWh             |
| Consumo específico                                  | 0,2603                | litros/kWh         |
| Velocidad generador                                 | 1000                  | RPM                |
| Tasa de indisponibilidad forzada                    | 3                     | %                  |
| Switchgear (Equipo de control, protección y medida) |                       | Incluido Proveedor |
| Unit Motor Control Center                           |                       | Incluido Proveedor |
| Enclosed Package for Outdoor Installation           |                       | Incluido Proveedor |
| Tensión en bornes                                   | 0,4                   | kV                 |
| Transformador                                       | 13,2/0,4 kV - 630 KVA |                    |
| Costo Modulo  | 392.066               | US\$               |
| Costo unitario Modulo                               | 665                   | US\$/kW            |
| Vida útil   | 20                    | años               |

**Tabla 127: Módulo de Generación MD- C32**

| Generador MD-C32                                    | Descripción           | Unidad             |
|---|-----------------------|--------------------|
| Capacidad   | 800                   | kW                 |
| Tipo  | MD                    |                    |
| Combustible Principal                               | Diesel                |                    |
| Combustible Alternativo                             | No tiene              |                    |
| Costo Variable No Combustible                       | 30,46                 | US/MWh             |
| Consumo específico                                  | 0,2809                | litros/kWh         |
| Velocidad generador                                 | 1500                  | RPM                |
| Tasa de indisponibilidad forzada                    | 3                     | %                  |
| Switchgear (Equipo de control, protección y medida) |                       | Incluido Proveedor |
| Unit Motor Control Center                           |                       | Incluido Proveedor |
| Enclosed Package for Outdoor Installation           |                       | Incluido Proveedor |
| Tensión en bornes                                   | 0,4                   | kV                 |
| Transformador                                       | 13,2/0,4 kV - 800 KVA |                    |
| Costo Modulo  | 314.536               | US\$               |
| Costo unitario Modulo                               | 393                   | US\$/kW            |
| Vida útil   | 20                    | años               |

## 9 ANEXO: ESTIMACIÓN INTERESES INTERCALARIOS

Tal y como se señaló en el cuerpo del informe, los intereses intercalarios consideran el costo financiero incurrido en el período de construcción de las obras, provocado por destinar fondos al desarrollo de los proyectos y la pérdida de intereses por este concepto. En el caso de las unidades de generación este costo se estimó a partir de información entregada por Edelmag referente al proyecto y ejecución de la central de Puerto Williams, cuyo detalle de flujos invertidos se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 128: Flujos en la construcción de la central Puerto Williams**

| FLUJOS (\$)          | Construcción Central Nueva | Instalación CAT 3412 | Instalación Unidad 3508B | Traslado y Montaje de Equipos Nueva Central Generadora | Terminaciones Central Pto. Williams | Total              |
|----------------------|----------------------------|----------------------|--------------------------|--|-------------------------------------|--------------------|
| <b>Fecha Inicio</b>  |                            |                      |                          |  |                                     |                    |
| <b>Fecha Cierre</b>  | <b>01-Ene-06</b>           | <b>01-Ene-06</b>     | <b>01-Ene-06</b>         | <b>01-Ene-06</b>                                       | <b>01-Ene-06</b>                    |                    |
| Jun-03               | 42.400                     |                      |                          |  |                                     | 42.400             |
| Jul-03               | 365.111                    |                      |                          |  |                                     | 365.111            |
| Ene-04               | 3.779.288                  |                      |                          |  |                                     | 3.779.288          |
| Mar-04               | 6.310.642                  |                      |                          |  |                                     | 6.310.642          |
| Abr-04               | 5.006.821                  |                      |                          |  |                                     | 5.006.821          |
| May-04               | 1.554.365                  |                      | 103.958                  |  |                                     | 1.658.323          |
| Jun-04               | 552.152                    |                      |                          |  |                                     | 552.152            |
| Ago-04               | 68.161                     |                      |                          |  |                                     | 68.161             |
| Sep-04               | 489.958                    |                      |                          |  |                                     | 489.958            |
| Oct-04               | 11.251.180                 |                      |                          |  |                                     | 11.251.180         |
| Nov-04               | 4.525.427                  |                      | 22.982                   | 395.206  |                                     | 4.943.615          |
| Dic-04               | 51.730.347                 |                      | 2.363.764                |  |                                     | 54.094.111         |
| Ene-05               | 3.602.060                  |                      |                          |  |                                     | 3.602.060          |
| Feb-05               | 96.104.461                 |                      |                          |  |                                     | 96.104.461         |
| Mar-05               | 28.010.801                 |                      |                          |  |                                     | 28.010.801         |
| Abr-05               | 1.384.690                  | 1.911.820            | 10.062.147               | 40.269   |                                     | 13.398.926         |
| May-05               | 29.107.251                 | 1.524.347            | 436.245                  | 3.118  | 931.880                             | 32.002.841         |
| Jun-05               | 8.490.689                  | 5.348.221            | 4.583.812                | 2.020.234  | 817.140                             | 21.260.096         |
| Jul-05               | 678.471                    | 555.131              | 8.535.998                | 1.461.608  | 663.964                             | 11.895.172         |
| Ago-05               | 9.539.082                  | 24.604               | 3.181.968                | 1.416.853  | 9.216                               | 14.171.723         |
| Sep-05               | 4.673.085                  | 106.916              | 1.065.476                | 3.714.658  | 1.242.540                           | 10.802.675         |
| Oct-05               | 2.397.956                  |                      | 1.901.418                | 1.789.681  | 4.117.919                           | 10.206.974         |
| Nov-05               | 2.295.372                  |                      | 647.151                  | 2.849.454  | 1.884.143                           | 7.676.120          |
| Dic-05               | 887.675                    |                      | 662.836                  |  | 4.564.049                           | 6.114.560          |
| Feb-06               |                            |                      | 335.984                  |  |                                     | 335.984            |
| Mar-06               |                            |                      | 276.558                  |  |                                     | 276.558            |
| Abr-06               |                            |                      |                          |  | 61.304                              | 61.304             |
| <b>Total general</b> | <b>272.439.934</b>         | <b>9.471.039</b>     | <b>34.180.297</b>        | <b>13.691.081</b>                                      | <b>14.292.155</b>                   | <b>344.482.017</b> |

Considerando una tasa de 10 %, que representa el valor del capital invertido en el proyecto, se tiene una tasa diaria de 0.026 %, considerando que el proyecto comienza a operar el 1 de enero del 2006 y se conocen las fechas en que se producen los desembolsos, es posible

determinar el costo financiero de los dineros invertidos. Situación que se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 129: Interés Intercalarario**

| Interés (\$)                  | Construcción Central Nueva | Instalación CAT 3412 | Instalación Unidad 3508B | Traslado y Montaje de Equipos Nueva Central Generadora | Terminaciones Central Pto. Williams | Total             |
|-------------------------------|----------------------------|----------------------|--------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|
| Jun-03                        | 11.867                     | 0                    | 0                        | 0  | 0                                   | 11.867            |
| Jul-03                        | 98.539                     | 0                    | 0                        | 0  | 0                                   | 98538,86955       |
| Ene-04                        | 794.845                    | 0                    | 0                        | 0  | 0                                   | 794.845           |
| Mar-04                        | 1.208.496                  | 0                    | 0                        | 0  | 0                                   | 1.208.496         |
| Abr-04                        | 910.717                    | 0                    | 0                        | 0  | 0                                   | 910.717           |
| May-04                        | 268.396                    | 0                    | 17.951                   | 0  | 0                                   | 286.347           |
| Jun-04                        | 90.121                     | 0                    | 0                        | 0  | 0                                   | 90.121            |
| Ago-04                        | 9.872                      | 0                    | 0                        | 0  | 0                                   | 9.872             |
| Sep-04                        | 66.442                     | 0                    | 0                        | 0  | 0                                   | 66.442            |
| Oct-04                        | 1.426.039                  | 0                    | 0                        | 0  | 0                                   | 1.426.039         |
| Nov-04                        | 532.469                    | 0                    | 2.704                    | 46.501   | 0                                   | 581.674           |
| Dic-04                        | 5.635.528                  | 0                    | 257.510                  | 0  | 0                                   | 5.893.037         |
| Ene-05                        | 360.206                    | 0                    | 0                        | 0  | 0                                   | 360.206           |
| Feb-05                        | 8.758.155                  | 0                    | 0                        | 0  | 0                                   | 8.758.155         |
| Mar-05                        | 2.330.021                  | 0                    | 0                        | 0  | 0                                   | 2.330.021         |
| Abr-05                        | 103.090                    | 142.335              | 749.128                  | 2.998  | 0                                   | 997.552           |
| May-05                        | 1.923.002                  | 100.708              | 28.821                   | 206  | 61.566                              | 2.114.303         |
| Jun-05                        | 487.971                    | 307.369              | 263.438                  | 116.105  | 46.962                              | 1.221.845         |
| Jul-05                        | 33.394                     | 27.323               | 420.140                  | 71.940   | 32.680                              | 585.477           |
| Ago-05                        | 388.820                    | 1.003                | 129.699                  | 57.752   | 376                                 | 577.650           |
| Sep-05                        | 151.268                    | 3.461                | 34.489                   | 120.243  | 40.221                              | 349.682           |
| Oct-05                        | 58.305                     | 0                    | 46.232                   | 43.515   | 100.124                             | 248.175           |
| Nov-05                        | 36.855                     | 0                    | 10.391                   | 45.751   | 30.252                              | 123.248           |
| Dic-05                        | 7.215                      | 0                    | 5.387                    | 0  | 37.095                              | 49.697            |
| Feb-06                        | 0                          | 0                    | 0                        | 0  | 0                                   | 0                 |
| Mar-06                        | 0                          | 0                    | 0                        | 0  | 0                                   | 0                 |
| Abr-06                        | 0                          | 0                    | 0                        | 0  | 0                                   | 0                 |
| <b>Total</b>                  | <b>25.691.632</b>          | <b>582.199</b>       | <b>1.965.889</b>         | <b>505.011</b>   | <b>349.276</b>                      | <b>29.094.008</b> |
| <b>Interés Intercalarario</b> | <b>9,43%</b>               | <b>6,15%</b>         | <b>5,75%</b>             | <b>3,69%</b>   | <b>2,44%</b>                        | <b>8,45%</b>      |

De donde se obtiene finalmente, un costo financiero correspondiente al 8,45% del valor total del proyecto, y por ende dicho porcentaje representa la tasa de interés intercalario.

## 10 ANEXO: CONJUNTO DE PARQUES INICIALES POSIBLES PARA EL AÑO BASE

Tabla 130: Parques iniciales posibles para el año base

| Unidades presentes en el parque inicial |           |          |       |       |        | Potencia (kW)       |              | Mayor unidad instalada |
|---|-----------|----------|-------|-------|--------|---------------------|--------------|------------------------|
| CAT 3508                                | CAT 3508B | CAT 3412 | CUM 1 | CUM 2 | PETWOB | Capacidad Instalada | Reserva fría |                        |
| 0                                       | 0         | 0        | 0     | 0     | 0      | 0                   | -844         | 0                      |
| 0                                       | 0         | 0        | 0     | 0     | 1      | 250                 | -594         | 250                    |
| 0                                       | 0         | 0        | 0     | 1     | 0      | 250                 | -594         | 250                    |
| 0                                       | 0         | 0        | 0     | 1     | 1      | 500                 | -344         | 250                    |
| 0                                       | 0         | 0        | 1     | 0     | 0      | 250                 | -594         | 250                    |
| 0                                       | 0         | 0        | 1     | 0     | 1      | 500                 | -344         | 250                    |
| 0                                       | 0         | 0        | 1     | 1     | 0      | 500                 | -344         | 250                    |
| 0                                       | 0         | 0        | 1     | 1     | 1      | 750                 | -94          | 250                    |
| 0                                       | 0         | 1        | 0     | 0     | 0      | 350                 | -494         | 350                    |
| 0                                       | 0         | 1        | 0     | 0     | 1      | 600                 | -244         | 350                    |
| 0                                       | 0         | 1        | 0     | 1     | 0      | 600                 | -244         | 350                    |
| 0                                       | 0         | 1        | 0     | 1     | 1      | 850                 | 6            | 350                    |
| 0                                       | 0         | 1        | 1     | 0     | 0      | 600                 | -244         | 350                    |
| 0                                       | 0         | 1        | 1     | 0     | 1      | 850                 | 6            | 350                    |
| 0                                       | 0         | 1        | 1     | 1     | 0      | 850                 | 6            | 350                    |
| 0                                       | 0         | 1        | 1     | 1     | 1      | 1100                | 256          | 350                    |
| 0                                       | 1         | 0        | 0     | 0     | 0      | 590                 | -254         | 590                    |
| 0                                       | 1         | 0        | 0     | 0     | 1      | 840                 | -4           | 590                    |
| 0                                       | 1         | 0        | 0     | 1     | 0      | 840                 | -4           | 590                    |
| 0                                       | 1         | 0        | 0     | 1     | 1      | 1090                | 246          | 590                    |
| 0                                       | 1         | 0        | 1     | 0     | 0      | 840                 | -4           | 590                    |
| 0                                       | 1         | 0        | 1     | 0     | 1      | 1090                | 246          | 590                    |
| 0                                       | 1         | 0        | 1     | 1     | 0      | 1090                | 246          | 590                    |
| 0                                       | 1         | 0        | 1     | 1     | 1      | 1340                | 496          | 590                    |
| 0                                       | 1         | 1        | 0     | 0     | 0      | 940                 | 96           | 590                    |
| 0                                       | 1         | 1        | 0     | 0     | 1      | 1190                | 346          | 590                    |
| 0                                       | 1         | 1        | 0     | 1     | 0      | 1190                | 346          | 590                    |
| 0                                       | 1         | 1        | 0     | 1     | 1      | 1440                | 596          | 590                    |
| 0                                       | 1         | 1        | 1     | 0     | 0      | 1190                | 346          | 590                    |
| 0                                       | 1         | 1        | 1     | 0     | 1      | 1440                | 596          | 590                    |
| 0                                       | 1         | 1        | 1     | 1     | 0      | 1440                | 596          | 590                    |
| 0                                       | 1         | 1        | 1     | 1     | 1      | 1690                | 846          | 590                    |
| 1                                       | 0         | 0        | 0     | 0     | 0      | 730                 | -114         | 730                    |
| 1                                       | 0         | 0        | 0     | 0     | 1      | 980                 | 136          | 730                    |
| 1                                       | 0         | 0        | 0     | 1     | 0      | 980                 | 136          | 730                    |
| 1                                       | 0         | 0        | 0     | 1     | 1      | 1230                | 386          | 730                    |
| 1                                       | 0         | 0        | 1     | 0     | 0      | 980                 | 136          | 730                    |
| 1                                       | 0         | 0        | 1     | 0     | 1      | 1230                | 386          | 730                    |
| 1                                       | 0         | 0        | 1     | 1     | 0      | 1230                | 386          | 730                    |
| 1                                       | 0         | 0        | 1     | 1     | 1      | 1480                | 636          | 730                    |
| 1                                       | 0         | 1        | 0     | 0     | 0      | 1080                | 236          | 730                    |
| 1                                       | 0         | 1        | 0     | 0     | 1      | 1330                | 486          | 730                    |
| 1                                       | 0         | 1        | 0     | 1     | 0      | 1330                | 486          | 730                    |
| 1                                       | 0         | 1        | 0     | 1     | 1      | 1580                | 736          | 730                    |
| 1                                       | 0         | 1        | 1     | 0     | 0      | 1330                | 486          | 730                    |
| 1                                       | 0         | 1        | 1     | 0     | 1      | 1580                | 736          | 730                    |
| 1                                       | 0         | 1        | 1     | 1     | 0      | 1580                | 736          | 730                    |
| 1                                       | 0         | 1        | 1     | 1     | 1      | 1830                | 986          | 730                    |
| 1                                       | 1         | 0        | 0     | 0     | 0      | 1320                | 476          | 730                    |
| 1                                       | 1         | 0        | 0     | 0     | 1      | 1570                | 726          | 730                    |
| 1                                       | 1         | 0        | 0     | 1     | 0      | 1570                | 726          | 730                    |
| 1                                       | 1         | 0        | 0     | 1     | 1      | 1820                | 976          | 730                    |
| 1                                       | 1         | 0        | 1     | 0     | 0      | 1570                | 726          | 730                    |
| 1                                       | 1         | 0        | 1     | 0     | 1      | 1820                | 976          | 730                    |
| 1                                       | 1         | 0        | 1     | 1     | 0      | 1820                | 976          | 730                    |
| 1                                       | 1         | 0        | 1     | 1     | 1      | 2070                | 1226         | 730                    |
| 1                                       | 1         | 1        | 0     | 0     | 0      | 1670                | 826          | 730                    |
| 1                                       | 1         | 1        | 0     | 0     | 1      | 1920                | 1076         | 730                    |
| 1                                       | 1         | 1        | 0     | 1     | 0      | 1920                | 1076         | 730                    |
| 1                                       | 1         | 1        | 0     | 1     | 1      | 2170                | 1326         | 730                    |
| 1                                       | 1         | 1        | 1     | 0     | 0      | 1920                | 1076         | 730                    |
| 1                                       | 1         | 1        | 1     | 0     | 1      | 2170                | 1326         | 730                    |
| 1                                       | 1         | 1        | 1     | 1     | 0      | 2170                | 1326         | 730                    |
| 1                                       | 1         | 1        | 1     | 1     | 1      | 2420                | 1576         | 730                    |

En la tabla precedente, el valor 1 indica presencia de la unidades generadora en la combinación, en tanto el valor 0, representa ausencia de la unidad generadora en la respectiva combinación.

## 11 ANEXO: COTIZACIONES GENERADORES



### PROPUESTA DE GRUPOS GENERADORES CATERPILLAR



Punta Arenas, 13 de Octubre de 2007



Punta Arenas, 13 de Octubre de 2007

**Señor**  
**Juan Carlos Wurth**  
**EDELMAG S.A.**  
**Presente**

**Ref.: Precios de grupo electrógenos.**

Estimado Señor:

Sobre la base de lo solicitado telefónicamente al Sr. Mauricio Vittini, Finning Chile S.A. presenta a usted precios que consideran los modelos de grupos electrógenos en las potencias disponible que mas se acercan a los rangos de potencia solicitados. Además se presenta los precios de los tableros de transferencia automática con la capacidad de sincronizar.

Finning Chile S.A. y Caterpillar Inc. agradecen a Uds. la gentileza en permitirnos cotizar el presente suministro.

Muy cordialmente le saluda,

P. FINNING CHILE S.A.

  
**Humberto Miranda Tureo.**  
**Venta equipos**  
**Movil: 087681979**  
**FONO: 061-201916**  
**Humberto.Miranda@finning.cl**

**FINNING CHILE S.A.**  
Sucursal Punta Arenas

Zona Franca de Punta Arenas Manzana 5-A sitios 39 al 41 - Chile, Fono: (56-61)201916 / Fax (56-61) 211375



Precios de grupos electrógeno según potencias disponible.

**1.1 Precios**

| Descripción.   | Qty | Precio neto        |
|--|-----|--------------------|
| <b>Grupo electrógeno modelo C15, de 455 kva, 364 eKW, Potencia prime, 1500 rpm, 50hz, 230/400 volts trifasico Con factor de potencia 0,8</b> | 1   | USD 84.958         |
| Tablero de transferencia con sincronismo   | 1   | USD 30.000         |
| Flete Stgo. Pta Arenas   | 1   | USD 1.700          |
| <b>Total neto</b>  |     | <b>USD 116.738</b> |

| Descripción.   | Qty | Precio neto        |
|--|-----|--------------------|
| <b>Grupo electrógeno modelo C18, de 500 kva, 400 eKW, Potencia prime, 1500 rpm, 50hz, 230/400 volts trifasico Con factor de potencia 0,8</b> | 1   | USD 87.500         |
| Tablero de transferencia con sincronismo   | 1   | USD 30.000         |
| Flete Stgo. Pta Arenas   | 1   | USD 1.700          |
| <b>Total neto</b>  |     | <b>USD 119.280</b> |

| Descripción.  | Qty | Precio neto        |
|---|-----|--------------------|
| <b>Grupo electrógeno modelo 3412, de 810 kva, 648 eKW, Potencia prime, 1500 rpm, 50hz, 230/400 volts trifasico Con factor de potencia 0,8</b> | 1   | USD 139.555        |
| Tablero de transferencia con sincronismo  | 1   | USD 36.000         |
| Flete Stgo. Pta Arenas  | 1   | USD 1.700          |
| <b>Total neto</b>   |     | <b>USD 177.335</b> |

| Descripción.  | Qty | Precio neto        |
|---|-----|--------------------|
| <b>Grupo electrógeno modelo 3412, de 680 kva, 544 eKW, Potencia prime, 1500 rpm, 50hz, 230/400 volts trifasico Con factor de potencia 0,8</b> | 1   | USD 130.115        |
| Tablero de transferencia con sincronismo  | 1   | USD 36.000         |
| Flete Stgo. Pta Arenas  | 1   | USD 1.700          |
| <b>Total neto</b>   |     | <b>USD 167.895</b> |

**FINNING CHILE S.A.**  
Sucursal Punta Arenas  
Zona Franca de Punta Arenas Manzana 5-A sitios 39 al 41 – Chile, Fono: (56-61)201916 / Fax (56-61) 211375



| Descripción.  | Qty | Precio neto        |
|---|-----|--------------------|
| <b>Grupo electrógeno modelo 3508B , de 738 kva, 590 eKW, Potencia prime, 1000 rpm, 50hz, 230/400 volts trifasico Con factor de potencia 0,8</b> | 1   | USD 238.958        |
| Tablero de transferencia con sincronismo  | 1   | USD 43.000         |
| Flete Stgo. Pta Arenas  | 1   | USD 1.980          |
| <b>Total neto</b>   |     | <b>USD 283.938</b> |

| Descripción.  | Qty | Precio neto        |
|---|-----|--------------------|
| <b>Grupo electrógeno modelo C32, de 1000 kva, 800 eKW, Potencia prime, 1500 rpm, 50hz, 230/400 volts trifasico Con factor de potencia 0,8</b> | 1   | USD 182.710        |
| Tablero de transferencia con sincronismo  | 1   | USD 43.000         |
| Flete Stgo. Pta Arenas  | 1   | USD 1.980          |
| <b>Total neto</b>   |     | <b>USD 227.690</b> |

Nuestra propuesta además incluirá los planos necesarios a desarrollarse una vez definida y adjudicada la compra, conforme al siguiente detalle:

**Planos de Montaje Eléctrico**

Tableros de Sincronismo Vistas Generales  
 Tableros de Sincronismo Diagrama de Interconexiones  
 Diagrama de Interconexiones control  
 Diagrama Control y Protecciones

**Planos de Montaje Mecánico**

Vistas Generales Grupo Generador

**Servicios adicionales no incluidos.**

- Instalación en terreno.
- Lozas de fundación.
- Cables de fuerza y control
- Piping de alimentación desde estanque principal
- Repuestos ni servicios de mantenciones.
- **No se incluye en el precio arriba indicado el servicio de supervisión para la puesta en marcha del presente suministro. Servicio debe ser cotizado en forma separada.**

**FINNING CHILE S.A.**

Sucursal Punta Arenas

Zona Franca de Punta Arenas Manzana 5-A sitios 39 al 41 - Chile, Fono: (56-61)201916 / Fax (56-61) 211375



Para el proceso antes descrito el cliente deberá notificar por escrito con una semana de anticipación que el suministro de equipos se encuentra debidamente instalado y conectado, que se dispone de combustible, que se cuenta con carga eléctrica suficiente, estable y adecuada para la puesta en marcha, y que cuenta con las coordinaciones internas respectivas.

### **1.2 Condiciones de Precios.**

Los precios arriba indicados se entienden por precios netos. El 19% de Impuesto al Valor Agregado, IVA, será agregado en la factura comercial. Los precios son expresados en dólares de los Estados Unidos de América y se convertirán a pesos chilenos de acuerdo al dólar observado por el Banco Central al momento de la facturación.

### **1.3 Formas de Pago**

20% de anticipo junto con la orden de compra.  
80% de contra despacho de suministro desde Bodegas de Finning Chile.

#### **Forma de Facturación**

El primer pago será contra presentación de factura pro-forma como comprobante de recepción de los fondos. A fin de garantizar el buen uso del anticipo, Finning Chile S.A. puede entregar, a solicitud del cliente, una boleta de garantía por el mismo monto.

El segundo pago (80%) será contra presentación de factura comercial por el 100% del suministro.

### **1.4 Condiciones de Entrega**

Los precios cotizados se entienden por las unidades puestas sobre camión en las instalaciones de Finning Chile S.A. ubicadas en Zona Franca de Punta Arenas.

### **1.5 Plazo de Entrega**

A convenir.

### **1.6 Validez de la Oferta**

20 (veinte) días calendario contados a partir de la fecha de emisión de esta oferta y esta sujeta a disponibilidad de los suministros presentados.

Esta cotización está basada en nuestra interpretación de sus requerimientos. Ante la eventualidad de cambios de precios o cambios en el alcance de suministro, después de la fecha establecida como validez de la cotización, éstos deberán ser revalidados y/o reajustados si corresponde.

### **1.7 Pago Fuera de Plazo**

Las facturas deberán ser canceladas dentro de los treinta días calendario contados desde la emisión de la factura. Finning Chile S.A. , tendrá derecho al cobro de una tasa efectiva mensual del 2% directo

**FINNING CHILE S.A.**  
Sucursal Punta Arenas  
Zona Franca de Punta Arenas Manzana 5-A sitios 39 al 41 – Chile, Fono: (56-61)201916 / Fax (56-61) 211375



sobre el capital adeudado en dicha factura por pago fuera de término, y por el período que media desde la fecha prevista de cancelación y la de efectivo pago; en concepto de compensación financiera por pago en mora, cuando el plazo de la condición de pago haya excedido los 5 días hábiles.

### 1.8 Garantía

1 año de garantía a contar de la puesta en marcha o 18 meses contados desde el despacho en Bodegas de Finning Chile, lo que ocurra primero. Los términos y condiciones del alcance y cobertura de la garantía se encuentran explícitos en la póliza de garantía del fabricante.

**Caterpillar** recomienda evitar bajas cargas durante tiempo prolongado a fin de evitar altos consumos de aceite y reducción de la vida útil del motor diesel y que el equipo funciones de acuerdo al rating de diseño especificado.

Independiente de donde estemos, siempre se ha dado mucha importancia a una amplia cobertura con el fin de facilitar el servicio a nuestros clientes. En Chile, logramos esta meta con una red de 11 sucursales propias que aseguran un completo y eficiente respaldo para todos los productos que vendemos.

Nuestros Centros de Reparación de Componentes (CRCs) y Centros de Distribución de Repuestos (CDRs), junto con un servicio técnico en terreno en más de 20 faenas, presta un respaldo eficaz para nuestros clientes, destacándose nuestro apoyo al rubro minero cuyos equipos trabajan las 24 horas del día.

## 2. OFERTA TÉCNICA

GRUPO GENERADOR CATERPILLAR MODELO C15 ATAAC  
TURBO-ALIMENTADO Y POS-ENFRIADO PARA TRABAJO  
INDUSTRIAL CON DIESEL Nº 2.

### Descripción:

455 kVA / 364 ekW prime a N.M., 1500 RPM  
4 Ciclos, 6 Cilindros en Línea  
137 mm. de Diámetro x 171 mm de Carrera  
15.2 Litros de Desplazamiento.

### GENERADOR

#### Generador Caterpillar LC6114D

455 kVA / 364 ekW a FP 0.8 Inductivo  
231/400 Volts a 50 Hz

Tipo - Campo giratorio, sin escobillas.

Regulador de voltaje, Regulador de voltaje Cat R448, sensado en tres fases con compensación de Volts por Hertz Ajustable, ganancia ajustable, regulación de Voltaje menor que 0.5%.

Construcción - un descanso, acoplado directamente al motor.

Tres fases - conexión WYE con neutro accesible, aislación clase "H" de impregnación al vacío.

Rotor y Estator construidos en núcleo laminado, bobinas de amortiguación, bobinado de alambre preformado.

Encapsulado - protección contra goteo IP 22

Capacidad de sobrevolución - 125 %

Distorsión de Voltaje menor que 5%

### **FINNING CHILE S.A.**

Sucursal Punta Arenas

Zona Franca de Punta Arenas Manzana 5-A sitios 39 al 41 - Chile, Fono: (56-61)201916 / Fax (56-61) 211375



TIF - menor que 50  
THD - menor que 5 %  
Interruptor automático 800 Amperes.  
Calefactor de alternador (230V-150W), incluye relé de desconexión cuando gira el alternador

GRUPO GENERADOR CATERPILLAR MODELO C18 ATAAC  
TURBO-ALIMENTADO Y POS-ENFRIADO PARA TRABAJO  
INDUSTRIAL CON DIESEL N° 2.

**Descripción:**

500 kVA / 400 ekW prime a N.M., 1500 RPM  
4 Ciclos, 6 Cilindros en Línea  
145 mm. de Diámetro x 183 mm de Carrera  
18.13 Litros de Desplazamiento.

**GENERADOR**

Generador Caterpillar LC6024f

500kVA / 400 ekW a FP 0.8 Inductivo  
231/400 Volts a 50 Hz  
Tipo - Campo giratorio, sin escobillas.  
Regulador de voltaje, Regulador de voltaje Cat R448, sentido en tres fases con compensación de Volts por Hertz Ajustable, ganancia ajustable, regulación de Voltaje menor que 0.5%.  
Construcción - un descanso, acoplado directamente al motor.  
Tres fases - conexión WYE con neutro accesible, aislación clase " H " de impregnación al vacío.  
Rotor y Estator contruicidos en núcleo laminado, bobinas de amortiguación, bobinado de alambre preformado.  
Encapsulado - protección contra goteo IP 22  
Capacidad de sobrevelocidad - 125 %  
Distorsión de Voltaje menor que 5%  
TIF - menor que 50  
THD - menor que 5 %  
Interruptor automático 800 Amperes.  
Calefactor de alternador (230V-150W), incluye relé de desconexión cuando gira el alternador

GRUPO GENERADOR CATERPILLAR MODELO 3412C TA  
TURBO-ALIMENTADO Y POS-ENFRIADO PARA TRABAJO  
INDUSTRIAL CON DIESEL N° 2.

**Descripción**

810 KVA / 648 ekW Principal @ 0.8 a N. M., 1500 RPM  
4 Ciclos, 12 Cilindros en V  
137 mm. de Diámetro x 152 mm. de Carrera  
27.0 Litros de Desplazamiento.

**Generador**

**FINNING CHILE S.A.**  
Sucursal Punta Arenas

Zona Franca de Punta Arenas Manzana 5-A sitios 39 al 41 - Chile, Fono: (56-61)201916 / Fax (56-61) 211375



**GENERADOR CATERPILLAR SR4B - FRAME 598**

810 KVA / 648 KW Principal a FP 0.8 inductivo

231/400 Volts a 50 Hz

Tipo - Campo giratorio, sin escobillas, PMG Imán permanente

Regulador de voltaje, Regulador de voltaje Cat VR-3F , sensado en tres fases con compensación de Volts por Hertz Ajustable, Ganancia ajustable, regulación de Voltaje menor que 0.5%.

Construcción - un descanso, acoplado directamente al motor.

Tres fases - conexión WYE con neutro accesible, aislación clase " H " de impregnación al vacío.

Rotor y Estator contruidos en núcleo laminado, bobinas de amortiguación, bobinado de alambre preformado.

Encapsulado - protección contra goteo IP 22

Capacidad de sobrevelocidad - 150 %

Distorsión de Voltaje menor que 5%

TIF - menor que 50

THD - menor que 5 %.

Calefactor de alternador, incluye relé de desconexión con alternador funcionando.

Interruptor Automático 1.200 A

**GRUPO GENERADOR CATERPILLAR MODELO C32 TA  
TURBO-ALIMENTADO Y POS-ENFRIADO**

**Descripción**

800 ekW Primario a N. M., 1500 RPM

4 Ciclos, 12 Cilindros en V.

145 mm de Diámetro x 162 mm de Carrera

32.1 Litros de Desplazamiento.

**Generador**

**GENERADOR CATERPILLAR SR4B - FRAME 693**

800 KW Principal a FP 0.8 Inductivo, 231/400 Volts a 50 Hz.

Capacidad de Sobrecarga 10 % durante una hora en periodos de 12 horas.

Tipo - Campo giratorio, sin escobillas, Excitación de Imán Permanente PMG (Permite sobrecarga de 300% durante 10 segundos ).

Regulador de voltaje - Excitación de estado sólido, Regulador de voltaje Cat CDVR, sensado en tres fases con compensación de Volts por Hertz Ajustable, Ganancia ajustable, regulación de Voltaje menor que 5%.

Construcción - un descanso, acoplado directamente al motor.

Tres fases - conexión WYE con neutro accesible, aislación clase " H " de impregnación al vacío.

Encapsulado - protección contra goteo IP 22

Rotor y Estator contruidos en núcleo laminado, bobinas de amortiguación, bobinado de alambre preformado.

Capacidad de sobrevelocidad - 180 %

Capacidad de trabajo en paralelo con ajuste de caída de Voltaje

Distorsión de Voltaje menor que 5%

Factor de influencia telefónica TIF - menor que 50

Factor armónico telefónico THF - menor que 3 %

Interruptor Automático de 1.600 A

**FINNING CHILE S.A.**

Sucursal Punta Arenas

Zona Franca de Punta Arenas Manzana 5-A sitios 39 al 41 - Chile, Fono: (56-61)201916 / Fax (56-61) 211375



GRUPO GENERADOR CATERPILLAR MODELO 3508BDITA  
TURBO-ALIMENTADO Y POS-ENFRIADO PARA TRABAJO  
INDUSTRIAL CON DIESEL Nº 2.

**Descripción**

800 KWe Primario a N. M., 1000 RPM  
4 Ciclos, 8 Cilindros en V.  
170 mm de Diámetro x 190 mm de Carrera  
34.5 Litros de Desplazamiento.

**Generador**

**GENERADOR CATERPILLAR SR4B**

800 KW Principal a FP 0.8 Induc.  
231/400 Volts a 50 Hz  
Capacidad de Sobrecarga 10 % durante una hora en periodos de 12 horas.  
Tipo - Campo giratorio, sin escobillas, Excitación de Imán Permanente PMG  
(Permite sobrecarga de 300% durante 10 segundos )  
Regulador de voltaje - Excitación de estado sólido, Regulador de voltaje  
Cat VR-3 , sensado en tres fases con compensación de Volts por Hertz  
Ajustable, Ganancia ajustable, regulación de Voltaje menor que 5%.  
Construcción - un descanso, acoplado directamente al motor.  
Tres fases - conexión WYE con neutro accesible, aislación clase " H " de impregnación al vacío.  
Encapsulado - protección contra goteo IP 22  
Rotor y Estator construidos en núcleo laminado, bobinas de amortiguación,  
bobinado de alambre preformado.  
Capacidad de sobrevelocidad - 150 %  
Capacidad de trabajo en paralelo con ajuste de caída de Voltaje  
Distorsión de Voltaje menor que 5%  
Factor de influencia telefónica TIF - menor que 50

**Se amplia información de cada equipo en ficha anexa.**

**2.0 TABLERO DE CONTROL , SINCRONISMO Y TRANSFERENCIA PARA EQUIPOS  
CATERPILLAR.**

**SUMINISTRO DE TABLERO DE TRANSFERENCIA Y SINCRONISMO**

**ETAPA DE FUERZA:**

Interruptores Corte al Aire.  
Interruptores de corte al aire, Merlin Gerin, operación manual y eléctrica mediante mecanismo motorizado

**Elementos de indicación, control y comando.**

Las luces indicadoras y botoneras son en 22mm mod. del tipo heavy duty para trabajo pesado.

**Transformadores de medida.**

**FINNING CHILE S.A.**

Sucursal Punta Arenas

Zona Franca de Punta Arenas Manzana 5-A sitios 39 al 41 - Chile, Fono: (56-61)201916 / Fax (56-61) 211375



Transformadores de intensidad con sistema de doble bornera.

Regleta de conexión.

Los bornes para regleta de conexionado son marca Legrand,.

Gabinetes y cajas metálicas.

Se considera el suministro de tableros confeccionados en plancha de acero de 1.9 m.m. de espesor, laminado en frío, montaje autosoportante, grado de protección IP-54, puerta y panel abisagrado, sellado contra penetración de polvo y humedad con empaquetadura de neopreno. de terminación considera, desengrasado desoxidado y fosfatizado químico. Aplicación de dos manos de antióxido y dos manos de esmalte secado al horno.

Barras de distribución.

Los juegos de barras trifásicos más neutro y tierra son fabricados en cobre electrolítico plateado con sección de acuerdo a lo indicado en diagramas unilineales, las barras son montados en aisladores de resina epoxica.

Placas de Identificación.

Confeccionadas en acrílico negro con letras bajo relieve blancas.

ETAPA DE CONTROL:

Elementos de indicación, control y comando.

Las luces indicadoras y botoneras son en 22 mm. mod. del tipo heavy duty.

Las luces indicadoras y botoneras son en 22 mm. mod. del tipo heavy duty.

Selectores familia XB4 Telemecanique.

Temporizacion por rele Zelio Telemecanique.

Reles 24vdc RXN Telemecanique.

Transformadores de potencia! 220 a 69V, 50 VA.

Sincronoscopio

Voltímetro.

Frecuencímetro.

Transductor de potencia desequilibrado.

Protecciones

Porta fusibles y fusibles

Regleta de conexión

Los bornes para regleta de conexionado son marca Legrand, 600V de aislación.

Respaldo de energía

Baterías libre de mantención para respaldo.

Barras de distribución

Repartidor Bipolar Legrand.

Identificación

Placas confeccionadas en acrílico negro con letras bajo relieve blancas para frontal tablero.

**FINNING CHILE S.A.**

Sucursal Punta Arenas

Zona Franca de Punta Arenas Manzana 5-A sitios 39 al 41 - Chile, Fono: (56-61)201916 / Fax (56-61) 211375



Etiquetas termocontraíbles para cables.

#### SISTEMA DE CONTROL Y SINCRONISMO PARA GENERADORRES

Tablero de control y sincronismo sobre la base de la tarjeta Electrónica Woodward EGCP- 2. El EGCP-2 es un conjunto de control completo de carga del generador basado en un microprocesador. Está diseñado para uso con un regulador automático de tensión y con el control de velocidad Woodward y ADEM de Caterpillar con el objeto de automatizar y proteger grupos electrógenos de reserva basados en un motor diesel o Gas. El EGCP-2 puede configurarse para accionar grupos autónomos o grupos en paralelo a la red eléctrica. Una Red de EGCP-2 tiene capacidad para controlar hasta ocho grupos generadores automáticos para aplicaciones de potencia de reserva, carga base, horas punta ó continuo.

##### Sincronización:

- Procesamiento de señales digitales para eliminar problemas de inducidos en sistemas con alta proporción de armónicos, que provocan cruces de curvas en punto cero de las ondas de tensión.
- Ventanas ajustables de fase y de tensión máximas y tiempos de parada.
- Lógica de cierre seguro de BUS inactivo (barra muerta) en el interior del control
- Ajustes manuales de tensión y velocidad para sincronización manual.
- Re-sincronización automática y límites de tiempo de sincronización.
- Sincronización entre interruptores del generador y de la red.

##### Control de Carga real (KW)

Permite controlar carga entre generadores ó con la red, sus funcionamientos y cualidades son

- Cálculos seguros de potencia eficaz para disponer de un control de carga rápido y preciso aún en presencia de armónicos.
- Velocidades de cambio progresivo fluido escogidas por el usuario al entrar y salir de cada modo de funcionamiento.
- Compartimiento isócrono de la carga hasta 8 unidades basados en carga porcentual.
- Carga BASE.
- Control de Importación y exportación con transductor externo de potencia
- Función de transferencia de rampa suave.

##### 4.10.3 Control de Reactivo

- Compartición de potencia reactiva (KVAR) en buses aislados en función de carga reactiva porcentual. Permite a Generadores con distintos valores nominales equilibrar cargas en KVAR proporcionalmente.
- Carga base según factor de potencia constante ó VAR en unidades que están en modo de control de carga base ó KW.
- Control de VAR ó PF ajustable externamente
- Caída de KVAR para control manual.

##### Secuencia automática del generador

- Partida automática de otros generadores con EGCP 2
- Controlador de demanda, esto permite descargar los motores cuando la carga es tan baja de modo que los demás motores no sobrepasen un porcentaje especificado.
- Permite controlar la secuencia de prioridad de los motores de modo que todos cumplan un periodo de uso equivalente.

#### **FINNING CHILE S.A.**

Sucursal Punta Arenas

Zona Franca de Punta Arenas Manzana 5-A sitios 39 al 41 - Chile, Fono: (56-61)201916 / Fax (56-61) 211375



#### Protecciones y Alarmas

- Sobre/baja tensión
- Sobre/baja frecuencia
- Potencia inversa
- Detección de falla de Red por:
  - Sobre carga
  - Sobre corriente
  - Temperatura alta ó baja del refrigerante ( No se usa, propio en grupo generador)
  - Presión alta ó baja del aceite ( No se usa, propio en grupo generador)
  - Sobre velocidad ( No se usa, propio en grupo generador)
  - Fallo de arranque ( No se usa, propio en grupo generador)

#### Gabinete de control

Cada gabinete de control equivalente a un grupo generador será construido con chapa de acero, calidad comercial, espesor 2,1mm, terminación mediante pintura epoxica en polvo, acabado texturado.

Los módulos del tablero correspondiente a los generadores contarán con el siguiente equipamiento:

- Un lote de conmutadores y Relés auxiliares.
- Tres (3) Conmutadores de selección modo de operación.
- Protección de los circuitos de comando y medición.
- Bornes, terminales, cable canales, etc.
- Un lote de Relés auxiliares.
- 1 X Tarjeta electrónica EGCP marca Woodward.

#### Modo de Operación

El sistema de control propuesto esta diseñado sobre la base de la tarjeta electrónica marca Woodward denominada EGCP-2 cuya descripción se menciona al inicio de este documento. La tarjeta EGCP-2 controlara los parámetros de funcionamiento del grupo generador y vigilará la entrada de red de la cual censará sobre y baja tensión.

#### Transferencia Red-Grupo Interrumpida

Cuando la EGCP-2 detecte alto ó bajo Voltaje por un periodo de tiempo programable enviará una señal de apertura del interruptor lado red y la partida del grupo generador. Sólo cuando el grupo generador haya alcanzado sus parámetros nominales y la tarjeta EGCP-2 hubiese comprobado tal condición se realizará la transferencia para lo cual la tarjeta de control enviará una señal de cierre al interruptor lado generador quedando los consumos alimentados desde el generador.

#### Transferencia Grupo – Red Interrumpida

Al retornar la energía proveniente de la red comercial, la EGCP-2 traspasará las cargas desde el grupo a la red después de transcurrido un tiempo programable. Esta transferencia será automática y sincronizada y durará el tiempo que se programe la rampa de descarga. Después que el tiempo ajustable de restablecimiento de la red haya expirado, la tarjeta de control iniciará el proceso de sincronización automática por lo tanto controlará voltaje y frecuencia del generador de modo de ajustar los parámetros y encontrar las condiciones de sincronización, cuando las condiciones estén dadas, el sincronizador automático enviará una señal de cierre del interruptor del lado red e inmediatamente se iniciará el proceso "rampa" suave de descarga en el cual se transferirá la carga desde el grupo

#### **FINNING CHILE S.A.**

Sucursal Punta Arenas

Zona Franca de Punta Arenas Manzana 5-A sitios 39 al 41 – Chile, Fono: (56-61)201916 / Fax (56-61) 211375



generador a la red comercial, cuando el proceso de descarga haya finalizado la tarjeta de control enviará una señal e abertura del interruptor lado grupo generador quedando de ese instante los consumos alimentados sólo desde la red comercial y el grupo generador en tiempo de cooldown.

La transferencia Ininterrumpida también se podrá activar en forma automática si así fuese requerido por medio de la programación de un controlador o reloj de tarifa horaria. La activación de operación del reloj programable es vía un Switch. Al estar este Switch en posición "ON" un contacto se activara desde el reloj de temporización (cuando la hora programada se cumpla) para dar inicio a una transferencia Ininterrumpida desde la red a grupo generador. Cuando se active esta condición, vía el contacto proveniente desde el reloj, la tarjeta de control enviará una señal de partida al Grupo Generador y se sincronice contra la red para posteriormente cerrar el interruptor lado grupo tomar la carga y abrir el interruptor del lado red. El proceso inverso se iniciará cuando se desactive dicha condición ó cuando el reloj horario de una señal de termino de su programación (contacto des-energizado).

**FINNING CHILE S.A.**  
Sucursal Punta Arenas

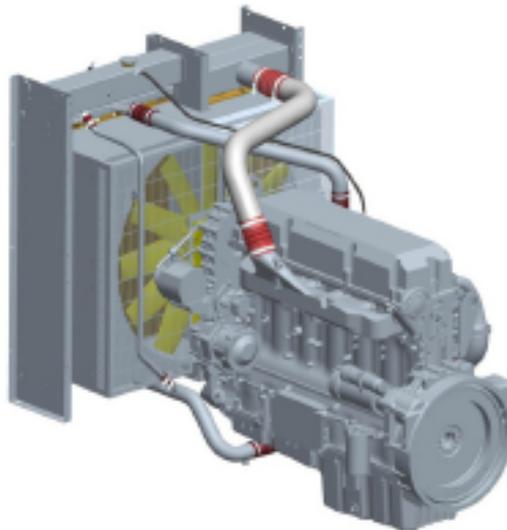
Zona Franca de Punta Arenas Manzana 5-A sitios 39 al 41 – Chile, Fono: (56-61)201916 / Fax (56-61) 211375

## COTIZACIÓN REFERENCIAL

### EDEL MAG

(342 KVA Efectivos (PRIME) / 1 Equipo)

**GRUPO ELECTRÓGENO**  
Sobre un DDC/MTU Series 60 Plus  
6063MK35-7374



PG-2007/47  
EDELMAQ  
GRUPO GENERADOR 342 KVA  
Noviembre, 28 - 2007



Estimado Señor:

Tenemos el agrado de presentar a usted, cotización por la siguiente configuración de grupo electrógeno, la cual incluye motor, alternador, radiador, sistema de control de operación digital para monitoreo y operación del equipo, gabinete insonorizado con estanque de combustible y totalidad de accesorios nuevos.

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS BÁSICAS DEL GRUPO ELECTROGENO.**

|   |                      |
|---|----------------------|
| Potencia Prime  | 342 KVA              |
| Voltaje   | 380/220 V            |
| Enfriamiento  | Radiador incorporado |
| Control de motor                                      | Electrónico DDEC IV  |
| Silenciador   | Residencial.         |
| Sistema de Inyección                                  | EUI                  |
| Rendimiento de combustible del generador a 100% carga | 65 (litro) aprox.    |
| Peso total del equipo                                 | 4 TON app.           |
| Estandares de Calidad                                 | ISO 9001.            |

**CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA PROPUESTA.**

**1.- MOTOR**

**1.1.-Descripción de motor**

• **Datos generales**

|                     |                                     |
|---------------------|-------------------------------------|
| Modelo de motor     | DDC Series 6063MK35 - 7374          |
| Grupo de aplicación | 3 B Prime sin restricción de horas. |

• **Potencia Efectiva**

|                                |       |          |
|--------------------------------|-------|----------|
| Potencia Motor (ISO 3046)      | 321   | KW       |
| Velocidad de trabajo de motor  | 1.500 | RPM      |
| Temperatura de aire de entrada | 25    | °C       |
| Temperatura de refrigerante    | 95    | °C       |
| Temperatura de combustible     | 38    | °C       |
| Altitud de operación           | 100   | m.s.n.m. |

PG-2007/47  
EDELMAQ  
GRUPO GENERADOR 342 KVA  
Noviembre, 28 - 2007



• **Requerimientos**

|  |   |
|--|---|
| Composición de refrigerante                            | Glicocol al 10%   |
| Fluidos de motor                                       | Según literatura : Prescripciones de la materia de servicio A001061_32E |
| Potencia nominal de generador (salida eléctrica)       | 350 KVA   |
| Frecuencia   | 50 Hz / 1500 rpm  |
| Voltaje de alternador                                  | 380/220 V   |
| Factor de potencia                                     | 0,8   |
| Eficiencia de alternador (a 100% de carga y FP de 0,8) | app. 95%  |
| Potencia de servicios auxiliares                       | 220 V / 16 (KW) por unidad  |

1.2.- Configuración de motor

• **Motor en General:**

Motor de cuatro tiempos, refrigerado por agua, 6 cilindros en línea, sentido de giro contra reloj (visto desde el volante), con las siguientes características:

Cárter de hierro gris, cigüeñal y bielas forjadas, cuatro válvulas por cilindro en un solo bloque de culata. Pistón con falda de aluminio y corona de acero, refrigeración de pistón por medio de toberas, distribución con mandos disponibles para accesorios, múltiples de escapes secos, amortiguador de vibraciones.

Sistema de combustible de alta presión gobernado electrónicamente, con bomba de baja presión e inyectores individuales (EI).

Sistema de lubricación forzada con enfriamiento de pistón incluido, bomba de lubricación con válvula de seguridad, filtros de aceite de una etapa, enfriador de aceite, sistema de ventilación abierta de cárter.

Bomba de refrigeración y termostatos del circuito principal. Radiador frontal para la refrigeración del motor y del circuito secundario (intercooler). Incluye tanque de expansión.

Sistema de control electrónico de motor que gobierna:

- Velocidad de motor.
- Parámetros de funcionamiento y protecciones frente a fallas críticas.
- Comunicación con sistemas externos.

El motor ha sido diseñado bajo los estándares de las normas ISO 3046/1, SAEJ 1995, J1349.

PG-2007/47  
EDELMAQ  
GRUPO GENERADOR 342 KVA  
Noviembre, 28 - 2007



## 2.- CHASIS DEL GRUPO GENERADOR

### 2.1.- Chasis del generador

Chasis versión forjada con uniones en soldadura eléctrica para soportar motor y generador con características de diseño que resiste torsiones y cuenta con sus respectivos puntos de levante. El grupo electrógeno estará unido al chasis por intermedio de dispositivos antivibratoriales.

### 2.2.- Dimensiones aproximadas del grupo generador (Con gabinete)

|           |           |
|-----------|-----------|
| Longitud: | 4.010 mm. |
| Ancho:    | 1.270 mm. |
| Altura:   | 1.655 mm. |

## 3.- PANEL DE CONTROL

En la presente propuesta de configuración de grupo electrógeno, se incluye panel de control Deep Sea modelo DS-5220, que incluye mantenedor de batería y Breaker de protección de grupo, para el monitoreo de los parámetros y protecciones del motor, así como el control de arranques y paradas.

El Modelo 5220 es un Módulo de Control Automático para Grupo Generador. Este Módulo es usado para Arrancar y Parar Automáticamente al Motor, indicando el estado operacional y condiciones de falla, indicando la falla del Grupo Generador por medio del DISPLAY LCD Gráfico y/o vía LED ubicado al frente del Panel. La Programación de tiempos, tipo de Alarmas, etc. Pueden ser variadas por el cliente a través de una Interface Modelo 810 y una PC.



### Operación:

La operación del Módulo es vía Pulsadores STOP - RESET, AUTO, MANUAL.

**Posición STOP - RESET:** En este Modo el Grupo Generador se detendrá y/o permanecerá detenido. Este Modo también sirve para resetear cualquier falla ocurrida en el Modo Manual o Auto.

**Modo AUTO:** En este Modo el Grupo Generador Arrancará cuando reciba una señal externa de Arranque Remoto, y se detendrá después de transcurrido un tiempo previamente programado.

**Modo MANUAL:** En este Modo el Grupo Generador Arrancará cuando se presione el Pulsador (START) y se mantendrá en funcionamiento hasta que se pulse el Botón STOP - RESET. Adicionalmente, al costado izquierdo del Display se ubica un Pulsador, el cual permite avanzar las Páginas del Display y leer rápidamente los Parámetros que el Operador busca.

Nótese que las páginas del Display avanzarán Automáticamente pero a un periodo de tiempo Pre-programado.

#### 4.- ALTERNADOR

En la presente configuración de grupo generador, se incorpora un alternador trifásico, auto-excitado y con regulación automática de tensión marca WEG, de un descenso, modelo GTA311AVS con una potencia nominal de 280 KW en 380 / 220 V, 50 Hz @ 1500 rpm.

Este alternador presenta una aislamiento clase H, factor de potencia de 0,8 (cos  $\phi$ ), Grado de protección IP21, elevación de temperatura hasta de 125 °C y forma constructiva B15T.

#### 5.- GABINETE INSONORIZADO

El sistema de generador especificado y sus respectivos accesorios, serán montados en un contenedor insonorizado diseñado especialmente para el grupo ofertado, incluyendo celosías de ventilación, aspiración y expulsión de aire y de puertas de acceso para permitir el fácil servicio del equipo.

#### 6.- SUMINISTRO DE ESTANQUE DE COMBUSTIBLE

Se incluye en la configuración del equipo, la instalación de un estanque diario de combustible con capacidad de 1m<sup>3</sup>, en la base inferior del grupo generador. Este estanque asegurará una autonomía del equipo de al menos 15 hrs. de funcionamiento continuo a plena carga.

#### 7.- DOCUMENTACION

La documentación será suministrada como sigue:

- 01 Juegos de documentación en papeles por generador y un CD por planta de generación con todo lo que cubra el (los) grupo(s) generador(es).

**7.4.- Documentación incluye:**

- Manual de operación del motor y del alternador.
- Diagrama de sistema de refrigeración.
- Diagrama de sistema de combustible.
- Diagrama de sistema de admisión y escape.
- Diagrama de sistema de lubricación.
- Diagrama de cableado y lista del equipamiento eléctrico del grupo generador.
- Descripción del gobernador.
- Listado de partes.
- Listado de Herramientas.
- Especificaciones de fluidos.

**8.- RESUMEN DE LA OFERTA**

En la presente propuesta se ha diseñado una configuración de grupo generador para su utilización por parte de la empresa EDELMAQ. Esta configuración está, en términos generales, compuesta de un motor MTU/DDC series 80 Plus, con su respectivo alternador WEG y tablero de control Deep Sea, montado sobre chasis con su Intercambiador de calor incluido, todo esto dentro de un contenedor insonorizado.

Aquí se explicaron y detallaron todas las características técnicas de los componentes que conforman el proyecto, creyendo haber cumplido con lo solicitado, quedamos en condiciones de valorizar la oferta como un todo.

**8.1.- Plazo de entrega:**

Detroit Chile S.A. declara que la oferta, en términos de precios, tiene una vigencia de 90 días, sin embargo, la entrega está supeditada a que vuestra orden de compra sea recibida antes de Diciembre 15 del presente año, para que el plazo de entrega sea de 4 meses aproximadamente contar de la recepción de la orden.

Si la orden es entregada posterior a esta fecha, el plazo de entrega quedará a convenir entre las partes de acuerdo a disponibilidad de fábrica.

Especificaciones solo referenciales, modelos pueden presentar cambio o mejoras sin previo aviso.

En caso de requerirse DDCH se verá eximido del pago de multas por concepto de atrasos en la entrega de ítem amparados en o/c si:

El proveedor de los suministros tales como motor, alternador, componentes electrónicos, etc. certifique formalmente el atraso en la entrega de los componentes involucrados en el armado del Grupo Generador producto de causas de fuerza mayor y/o cualquier otra circunstancia que no este bajo el control de DETROIT CHILE S.A.

Problemas de fuerza mayor ocurridos en embarques, aduanas y transportes de componentes involucrados, etc. hasta la llegada a Bodegas de DETROIT CHILE S.A.

PG-2007/47  
EDELMAQ  
GRUPO GENERADOR 342 KVA  
Noviembre, 28 - 2007



**8.2 - Condiciones de Adjudicación:**

Las condiciones de pago quedarán a convenir entre las partes.

**8.3 - Valor del grupo generador de 380 KVA:**

Valor de Grupo Generador : US\$ 51.067.- + IVA

Los valores aquí presentados son valores netos a los que se les debe sumar el IVA.

Los valores aquí presentados son válidos para entrega de equipos en bodegas de Detroit Chile S.A. en Santiago. No incluye traslado a sitio de instalación. De requerirse este servicio, deberá ser cotizado en forma adicional.

**8.4 - Tipo de cambio para la facturación**

La oferta presentada en esta propuesta, si bien está representada en dólares, corresponde a una valoración en euros tomando en cuenta una paridad de 1,4857 dólares norteamericanos por cada Euro según indicadores económicos presentes en la página Web del Banco Central el día 27 de Noviembre de 2007. En caso de adjudicación, se deberá calcular el nuevo precio en dólares norteamericanos según la paridad existente el día de la adjudicación, de acuerdo a los valores presentes ese día en la Web del banco central.

Atentamente,

**GERALD EDWIN FULLER STANDEN**  
Ingeniero de Ventas  
Area Generación  
**DETROIT CHILE S.A.**





BIMEX LTDA.  
Los Coigües 701 - Módulo 3 - Quilicura- Santiago  
Fono: (56 2) 739 0893  
Fax: (56 2) 739 1668  
email: bimex@bimex.cl  
RUT: 78.836.730-9



**Cotización N° 20305**

Fecha: 14-11-07  
Moneda: Peso Chileno  
Cambio: 1,000000

Nombre : EMP. ELECTRICA DE MAGALLANES S.A.  
Dirección: CROACIA 444  
Ciudad: PUNTA ARENAS  
Región: Magallanes y de la Antártida  
Telefono: 61 714042  
Vendedor: MIRANDA ALVAREZ, SERGIO

R.U.T.: 88.221.200-9  
Comuna:  
AT: Nestor Scepapanovic  
Fax: 61 714077

| Item | Cantidad | Descripción  | P. Unitario | Total     |
|------|----------|--|-------------|-----------|
| 1,00 | 24       | 18932-BC-S1<br>Desconectador Loadbuster Disconnect S&C Tipo Pole Top 15kV<br>900 A<br>110 kV Bil   | 120.700,00  | 2.896.800 |
| 2,00 | 24       | ITEM 1, OPCION 1 DE SU SOLICITUD<br>4942R9-AD2<br>Cuchilla Loadbuster Disconnect 15 kV, 600 A, 40 kA Momentaneo<br>Operable con Herramienta<br>Loadbuster Tool | 128.700,00  | 3.088.800 |
| 3,00 | 24       | ITEM 1, OPCION 2 DE SU SOLICITUD<br>4752R9AD2<br>Desconectador Loadbuster S&C 14,4kV, 110kV BIL. 900 A<br>Disconnect GAP<br>191 mm                             | 272.792,00  | 6.547.008 |
| 4,00 | 6        | ITEM 1, OPCION 3 DE SU SOLICITUD<br>89221R10-CD<br>Desconectador Fusible c/lamina de 15 kV, 300A<br>ITEM 2 DE SU SOLICITUD                                     | 42.750,00   | 256.500   |



**Condiciones de Venta:**

**Valores** : Los valores son unitarios netos expresados en pesos, son a firme y están de acuerdo a las cantidades cotizadas.

**Plazo de Entrega de compra.** : Item 1 y 2 Inmediata, salvo venta previa.  
Item 3 14 semanas después de recibida y aprobada su orden  
Item 4 A partir de 18 de Enero de 2008.

**Nota** : En caso de producirse una modificación en los plazos de entrega por razones de fuerza mayor o casos fortuitos que estén fuera de nuestro alcance, Bimex Ltda. informará oportunamente quedando liberada de posibles sanciones de acuerdo al Código Civil Chileno. Para tal efecto se solicitará modificación de Orden de Compra.  
Agradeceremos tomar en consideración esta nota en su Orden de Compra.

**Lugar de Entrega** : Bodegas Bimex Ltda.

**Forma de Pago** : 30 días fecha factura.

**Validez Oferta** : 15 días.

Esperando que la presente cotización sea de su conveniencia y en caso de alguna inquietud no dude en contactarnos.  
Agradeciendo su preferencia se despide atentamente,

COMERCIALIZADORA BIMEX LTDA.  
  
Carolina Landaeza J.  
Technical Support

asb  
ABK  
SMA





Comercial Multiservicios

Representaciones - Venta de Equipos Industriales.  
Martínez de Rozas # 4010  
Quinta Normal - Santiago.  
Tel / Fax ( +56-02 ) 773 9529  
[ventas@scmchile.cl](mailto:ventas@scmchile.cl)



**Cotización Are\_17607**

17 de diciembre de 2007

Pág. 1 de 4

DZ070270

| Ítem               | Cant | Detalle                              | Unitario<br>\$         | Valor Total<br>\$     |
|--------------------|------|--------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| 102                | 09   | <b>TRANSFORMADOR DE CORRIENTE</b>    | <b>\$ 907.200.-</b>    | <b>\$ 8.164.800.-</b> |
|                    |      | Modelo                               | SEC-15                 |                       |
|                    |      | Uso                                  | EXTERIOR               |                       |
|                    |      | Corriente Primaria (A)               | 25x50                  |                       |
|                    |      | Corriente Secundaria (A)             | 5                      |                       |
|                    |      | Norma                                | IEC 60044.1/03         |                       |
|                    |      | Factor Térmico                       | 1,2 x In               |                       |
|                    |      | Corriente Térmica (Ith)              | 80 x In                |                       |
|                    |      | Corriente Dinámica (Idyn)            | 2,5 x Ith              |                       |
|                    |      | Tensión Máxima (kV)                  | 17,5                   |                       |
|                    |      | Frecuencia (Hz)                      | 60                     |                       |
|                    |      | Tensión a Frecuencia Industrial (kV) | 38                     |                       |
|                    |      | BIL (kV)                             | 95                     |                       |
|                    |      | Altitud (metros)                     | 1000                   |                       |
|                    |      | Clase de Precisión                   | 20VA CL.0,2            |                       |
|                    |      | Dimensiones Aproximadas              |                        |                       |
|                    |      | Altura (mm)                          | 340                    |                       |
|                    |      | Largo (mm)                           | 310                    |                       |
|                    |      | Ancho (mm)                           | 300                    |                       |
|                    |      | Peso (Kg.)                           | 30                     |                       |
| <b>VALOR TOTAL</b> |      |                                      | <b>\$ 12.133.800.-</b> |                       |



Comercial Multiservicios

Representaciones - Venta de Equipos Industriales.  
Martínez de Rozas # 4010  
Quinta Normal - Santiago.  
Tel / Fax ( +56-02 ) 773 9529  
[ventas@scmchile.cl](mailto:ventas@scmchile.cl)



**Cotización Are\_17607**

17 de diciembre de 2007

Pág. 1 de 4

DZ070270

|             |  |        |  |
|-------------|--|--------|--|
| Cliente     | EMPRESA ELÉCTRICA DE<br>MAGALLANES S.A.  | Atn    | GERALDO CASTRO   |
| Fono<br>Fax | (+56-61) 714000                          | e-mail | <a href="mailto:gcastro@edelmag.cl">gcastro@edelmag.cl</a> |
| Proyecto    | TRANSFORMADORES DE POTENCIAL Y CORRIENTE |        |  |

| Ítem | Cant | Detalle                              | Unitario<br>\$ | Valor Total<br>\$ |
|------|------|--------------------------------------|----------------|-------------------|
| 101  | 03   | <b>TRANSFORMADOR DE TENSION</b>      | \$ 1.323.000.- | \$ 3.969.000.-    |
|      |      | Modelo                               | VLE-15         |                   |
|      |      | Uso                                  | EXTERIOR       |                   |
|      |      | Tensión Primaria (V)                 | 8400           |                   |
|      |      | Tensión Secundaria (V)               | 120            |                   |
|      |      | Relación                             | -              |                   |
|      |      | Norma                                | IEC 60044.2/03 |                   |
|      |      | Tensión Máxima (kV)                  | 17,5           |                   |
|      |      | Frecuencia (Hz)                      | 60             |                   |
|      |      | Potencia Térmica (VA)                | 500            |                   |
|      |      | Factor de Sobre tensión              | 1,2 (CONT)     |                   |
|      |      | Tensión a Frecuencia Industrial (Kv) | 38             |                   |
|      |      | BIL (kV)                             | 95             |                   |
|      |      | Altitud (metros)                     | 1000           |                   |
|      |      | Clase de Precisión                   | 200VA CL.0,5   |                   |
|      |      | Dimensiones Aproximadas              |                |                   |
|      |      | Altura (mm)                          | 545            |                   |
|      |      | Largo (mm)                           | 435            |                   |
|      |      | Ancho (mm)                           | 355            |                   |
|      |      | Peso (Kg.)                           | 57             |                   |

**COTIZACION**

EDELMAG S.A.  
Atn.: Sr. NESTOR SCEPANOVIC

|                     |                      |                          |                   |                  |
|---------------------|----------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| Cotización N° 2872  | Emisión : 14-12-2007 | Vencimiento : 29-12-2007 | Fono : 61-714 040 | Fax : 61-714 077 |
| Vendedor : ZONA SUR |                      |                          |                   | T/C : 1          |

| Item            | Unid.  | Cantidad | Precio Unit. | Total \$   |         |
|-----------------|--|----------|--------------|------------|---------|
| 01 012115010100 | Medidor ZMD405CT44.0007 5A 3x380/220V LANDIS | Unidad   | 3            | \$ 237,500 | 712,500 |
| 02 015002031000 | Certificado de Exactitud (med.trif.clase1/2) | Unidad   | 3            | \$ 15,750  | 47,250  |
| 03 013500010112 | Block de prueba mod. TVS14 LANDIS            | Unidad   | 3            | \$ 51,000  | 153,000 |
|                 |  |          |              |            |         |
|                 |  |          |              |            |         |

|          |    |           |
|----------|----|-----------|
| Neto \$  | \$ | 912,750   |
| IVA \$   | \$ | 173,423   |
| Total \$ | \$ | 1,086,173 |

**CONDICIONES GENERALES**

Condiciones Comerciales:  
 Forma de Pago : Cheque a 30 Dias documentado  
 Deposito en Cta.cte. : Banco Chile 78 280-07, Banco Santander 01-98895-6  
 RUT COMULSA : 94.458.000-K  
 Descuentos : Incluidos en los precios  
 Precios : fijos en pesos de acuerdo a lo ofrecido..  
 Plazo de Entrega : inmediata, salvo venta previa  
 Validez de la Oferta : 10 días

Nota : En caso de producirse una modificación en los plazos de entrega por razones de fuerza mayor o casos fortuitos que estén fuera de nuestro alcance, COMULSA. informará oportunamente quedando liberada de posibles sanciones de acuerdo al Código Civil Chileno. Para tal efecto se solicitará modificación de Orden de Compra. Agradeceremos tomar en consideración esta nota en su Orden de Compra.

Garantía : 1 año desde la fecha de facturación. Esta se hará efectiva por defectos de fabricación del producto y no considera mal uso.  
 La garantía queda sujeta a la evaluación que realice la fábrica ó nuestro Servicio Técnico.  
 De corresponder la garantía, debe hacerse llegar el producto a nuestras oficinas ubicadas en Alvarez de Toledo 864 San Miguel, Santiago. En caso de que los equipos afectos a garantía se encuentren fuera del radio urbano, los costos de traslado son de cuenta del cliente.  
 Recordamos que cuenta con Servicio Técnico permanente en nuestras oficinas.

file://C:\Documents%20and%20Settings\nscepnanovic\Configuración%20local\Archivos%20temporales 17/12/2007

COMERCIALIZADORA MULTINACIONAL S.A.  
Erich Lorber L. / Jefe Zona Sur / Venta / Tel.: 02-495 4030  
Fabritsio Salazar / Ingeniero de Apoyo / Tel.: 02-4954031  
Ricardo Cea / Asistente de Ventas / Tel.: 02-495 4032  
Operadora / Mesa / Tel.: 02-495 4000  
Fax: 02-495 4080  
Web [www.comulsa.cl](http://www.comulsa.cl)

---

## ORDEN DE COMPRA

---

Señores  
COMERCIALIZADO MULTINACIONAL S.A.  
Atn: ZONA SUR  
Presente

Por la presente solicito a ustedes nos proveean los items arriba indicados.

---

Sr. NESTOR SCEPANOVIC  
EDELMAG S.A.

file://C:\Documents%20and%20Settings\nsceanovic\Configuración%20local\Archivos%20temporales... 17/12/2007

**RHONA S.A.**  
TRANSFORMADORES, TABLEROS, EQUIPOS ELECTRICOS

GERENCIA Y FABRICA:  
Santiago, Agua Santa 4211 • Casilla 80-D  
Teléfono: (32) 320600  
FAX: (32) 320618  
E-Mail: División Comercial  
vina@rhona.cl

SUCURSALES:  
Santiago:  
Ejército 1201 • Teléfono: (32) 320600  
Casilla 14318 • FAX: (32) 320618  
DOMUYKO 1818  
E-Mail: comercial.santiago@rhona.cl

Concepción:  
C. República 2009 • Teléfono: (41) 232195  
Teléfono: (41) 232195  
Fax: (41) 232195  
E-Mail: comercial.concepcion@rhona.cl

**FACTURA DE VENTA Y ENTREGA DE BENS**  
TRANSACCION O CANCELACION DE IVA  
Nº 005

**BOLETA DE VENTA**  
SEÑOR(ES): **EDELMA S.A.**  
DIRECCION: **Croacia 444 Casilla 15217**  
CIUDAD: **Punta Arenas**  
RUT: **24.721.200-9**  
ORDEN DE COMPRA: **5072**  
FECHA: **26/04/05**

CONDICIONES DE VENTA: **Credito 30 días**

| FECHA EMISION | FACTURACION |
|---------------|-------------|
| 26/04/05      | 005         |

| DESCRIPCION                    | CANTIDAD | UNID | PRECIO UNIT | VALOR    |
|--------------------------------|----------|------|-------------|----------|
| Eq. multimedia PM 130-E 361500 | 3        | %    | 139853,3    | 419574,9 |

Por lo siguiente:

**361500** Eq. multimedia PM 130-E 361500

**Son un millón ciento noventa y cinco mil seiscientos cuarenta y nueve**

Despachar via: Worldwide Express  
Flete por pagar.

**RHONA S.A.**  
ENTREGA  
**26 ABR 2005**  
BOLETA VENTA

NO RECOMENDARSE CONTRA EL CONTENIDO DE LA FACTURA DEVENDO DE LOS DATOS SIGUIENTES A LA MENOS DE EN SU LETRA POR IRRESPONSABILIDAD ACEPTADA. (Artículo 160 del Código de Comercio). El no pago de esta factura, devengará el interés máximo convencional, por cada día de mora.

**SE VASE PAGAR CON CHEQUE CRUZADO Y NOMINATIVO EXTENDIDO A RHONA S.A.**

| DESPACHO  | RETIRO  | RECIBI CONFORME                 |
|---|---|---------------------------------|
| EMP. TRANSPORTES<br>CAMION PATENTE N° A10<br>CHOFER NOMBRE<br>C. IDENTIDAD<br>FIRMA | EMP. TRANSPORTES<br>CAMION PATENTE N° A10<br>CHOFER NOMBRE<br>C. IDENTIDAD<br>FIRMA | Nombre<br>C. Identidad<br>Firma |

ORIGINAL CLIENTE

H. Briones Sistemas Eléctricos S.A.

**HB SISTEMAS ELECTRICOS**

Giro: Fabricación y Reparación de Equipos Industriales y Eléctricos  
 Casa Matriz: Av. Andrés Bello 2777, Piso 10, Of. 1001, Las Condes • Casilla Postal 13513, Correo 2  
 Fono (56-2) 412.0700 • Fax (56-2) 412.0713 • Santiago, Chile  
 Sucursal: DEPTO. VENTAS Y BODEGA  
 Pto. Lazo 79 • Cerillos - Santiago • Fono (56-2) 942.4772 • Fax (56-2) 942.4793  
 www.hbse.cl

R.U.T.: 92.957.000-6  
**FACTURA**  
 Nº 81035  
 5341431 0081086

SEÑOR(ES) EMP. ELECT. DE MAGALLANES S.A  
 CROACIA 444  
 PUNTA ARENAS  
 088221200-9  
 S.I.I. - SANTIAGO DE CHILE  
 La vigencia emisión hasta 31 Diciembre 2006

| S/ORDEN | N/ORDEN | ID/ESPACHO  | CONDICIONES DE PAGO | PUNTA ARENAS | VENID. % | COMIS. | IMPTO. | FECHA EMISION | FECHA VENCIDO |
|---------|---------|-------------|---------------------|--------------|----------|--------|--------|---------------|---------------|
| 6032    | G00002  | 0000034051- | 30 días             | 0967         |          |        |        | 02/12/2005    | 1/1/2006      |

Giro: **GENERACION, DIST,TRANSPORTE ENERGIA ELECTRICA**

| CODIGO | DESCRIPCION DEL PRODUCTO      | UNID. MED. | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | TOTAL   |
|--------|-------------------------------|------------|----------|-----------------|---------|
| 222999 | SWTCH AUXILIAR P/REC. NOVA KN | UN         | 2        | 387.383         | 774.766 |
| 222999 | CABLE P/SWTCH AUX. NOVA KNOVA | UN         | 2        | 387.383         | 774.766 |
|        |                               |            |          | 1.549.532       |         |
|        |                               |            |          | 0               |         |
|        |                               |            |          | 1.549.532       |         |

Atención Srta. Trinidad  
 4120700

( UN MILLON QUINIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS TREINTA Y DOS PESOS )

Recibido: \_\_\_\_\_  
 CROACIA 444  
 Fecha: \_\_\_\_\_ RUT: \_\_\_\_\_

El presente recibo que se otorga en este acto, de acuerdo a lo dispuesto en la letra b) del Art. 4º y la letra c) del Art. 5º de la Ley 19.951 (acuerdo que la entrega de mercaderías o servicios) prestado(s) ha(n) sido recibido(s)

STGO. DE STGO. DE  
 H. BRIONES SISTEMAS ELECTRICOS S.A.

ORIGINAL CLIENTE

**EDELMAG**  
**EMPRESA ELECTRICA DE MAGALLANES S.A.**  
GENERACIÓN, TRANSPORTE, DISTRIBUCIÓN Y SUMINISTRO  
ENERGÍA ELÉCTRICA,  
VENTA DE MATERIALES ELÉCTRICOS  
Casa Matriz : Croacia 444  
Teléfono : 714040 - Fax : 714077 - Casilla 52 - D - PUNTA ARENAS  
Sucursales: Avda. España 1791 - Teléfono 411444 - PUERTO NATALES  
J. Williams 0285 - Teléfono 580072 - PUERTO PORVENIR  
Guardián Brito s/n - Teléfono 621582 - PUERTO WILLIAMS

R.U.T.: 88.221.200-9  
**FACTURA DE COMPRAS**  
LEY N°18392  
N° 0113  
S.I.L. PUNTA ARENAS

Fecha, 25 de Abril de 2005

Nombre o Razón Social METALURGICA PAZOS Y TORRES S.A. R.U.T.: 80.723.100-6

Dirección AV. ALC. CARLOS VALDOVINOS 579 Comuna lugar: SAN JOAQUIN

Giro: FUNDICION, FABRICA DE TROFEOS, ESTAMPADOS EN METAL  
teléfono 5517477 Casilla \_\_\_\_\_

Por lo siguiente:

| CANTIDAD | DETALLE                                | Precio Unitario | TOTAL     |
|----------|--|-----------------|-----------|
| 30       | Terminal nema2 a cable 1/0 a 4/0 AWG   | 14.550.-        | 436.500.- |
| 6        | Terminal de CU espiga liza de 1" nema4 | 16.500.-        | 99.000.-  |
|          |  |                 | 535.500.- |

Compra según Factura N° 34457

**PARA USO EXCLUSIVO DEL SERVICIO NACIONAL DE ADUANAS**

Certifico que la mercadería a que se refiere la presente factura fue ingresada al territorio preferencial delimitado por el Art. 1° de la Ley 18392 con fecha \_\_\_\_ de \_\_\_\_ de 200\_\_ para ser entregada en la Empresa Eléctrica de Magallanes S.A., cuya instalación en el territorio fué autorizada por el Intendente Regional con fecha 20 noviembre 2002 Según resolución TR N° 29

Nombre del funcionario que autoriza: \_\_\_\_\_  
Rut: \_\_\_\_\_ Firma y Timbre: \_\_\_\_\_

ORIGINAL — CLIENTE

 **EDELMA**  
EMPRESA ELECTRICA DE MAGALLANES S.A.  
R.U.T. : 88.221.200 - 9  
Generación, Transporte, Distribución, Suministro de Energía  
Eléctrica y Venta Materiales Eléctricos  
Croacia Nº 444 - Casilla 52 - D  
Fono : (61) 714042 Fax: (61) 714060  
PUNTA ARENAS - CHILE

Fecha de Emisión

**ORDEN DE COMI**

Nº P00007

Punta Arenas , Jueves, 13 Dic

Señor(es) : FLORES Y KERSTING S.A.  
Fono / Fax : 2414000  
Atención A : Sr(a).

Sírvase considerar la presente Orden de Compra de acuerdo a su cotización, según SU REF.13/12/2007, de los siguientes mat

Agradecemos su pronto despacho, vía TRANSPORTE AEREO DHL, CTA.CTE. N°673060989, FON0 2802000, DIRECCION DE DESPACHO CALLE CROACIA Nº444, PUNTA ARENAS

| CODIGO           | DESCRIPCION  | U.M. | CANTIDAD | PRECIO       |
|------------------|--|------|----------|--------------|
| 600014           | DOS JUEGOS MUFA EXTERIOR TERMINACION 4 - 2/0 AWG 15kV, TRFASICA HVT-151-3- | UN   | 2.00     | 137.700,00   |
| FORMA DE PAGO :  | CREDITO 30 DIAS  |      |          | Afecto       |
| PROYECTO :       | 7512171  |      |          | Iva          |
| OBSERVACION :    | NO SE ACEPTAN ENTREGAS PARCIALES   |      |          | ( \$ ) Total |
| SOLICITA :       | JOSE GOMEZ   |      |          |              |
| NRO. SOLICITUD : | 20058  |      |          |              |
| USO MATERIAL :   | OBRA INVERSION   |      |          |              |
| LUGAR ENTREGA :  | CROACIA 444  |      |          |              |

Atentamente,

  
FREDY ALVAREZ B.

**SOCIEDAD CONSTRUCTORA Y REPRESENTACIONES AES LTDA.**  
CONSTRUCCIÓN Y/O INSTALACIÓN DE OBRAS NO CLASIFICADAS EN OTRA PARTE, COMPRA Y VENTA DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS, IMPORTACIONES  
Rómulo Correa N°0428 - Fono:216846  
Usuario de Zona Franca Km. 3½ norte  
Punta Arenas - Chile  
Lote 1 Río Seco - Pta. Arenas  
Mario Leal N°134 - Cabo de Hornos - Pto. Williams

**RUT.: 78.304.900-7**  
FACTURA DE VENTA Y SERVICIO NO AFECTOS O EXENTOS DE IVA  
Nº 00058  
S.L.L. — PUNTA ARENAS

05 de MAYO de 2005

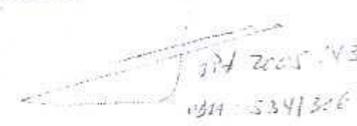
Nombre o Razón Social: **EMPRESA ELÉCTRICA DE MAGALLANES S.A.** RUT. **88.221.200-9**

Dirección: **CROACIA No 444** Comuna: **PUNTA ARENAS**

Giro: **Generación, Trans. y Dist. energía eléctrica** Teléfono: **714040** Casilla:

Guía Despacho N° Condiciones de venta: Contado  Crédito

Por lo siguiente: DEBE

| CANTIDAD   | DETALLE  | PRECIO UNITARIO | TOTAL       |
|--|--|-----------------|-------------|
|  | <b>POR AMPLIACIÓN FUNDACIÓN TRANSFORMADORES.</b><br><br> |                 | 4.938.164.- |
| Cuatro millones noventa y ocho mil ciento sesenta y cuatro pesos.- Cancelado |  | TOTAL \$        | 4.938.164.- |

Nombre: RUT: ORIGINAL -- CLIENTE

Fecha: Recinto: Firma

El acuse de recibo que se declara en este acto, de acuerdo a lo dispuesto en la letra b) del Art. 4º, y la letra c) del Art. 5º de la Ley 19.983, acredita que la entrega de la mercadería o servicio prestado ha sido recibido en total conformidad.

Imprenta "LATINA" - Chile 310 - Fono/Fax 241494 - Punta Arenas

IP: 2005143  
CO: 5341306

**SOCIEDAD CONSTRUCTORA Y REPRESENTACIONES AES LTDA.**  
CONSTRUCCIÓN Y/O INSTALACIÓN DE OBRAS NO CLASIFICADAS EN OTRA PARTE, COMPRA Y VENTA DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS, IMPORTACIONES  
Rómulo Correa N°0428 - Fono:216846  
Usuario de Zona Franca Km. 3½ norte  
Punta Arenas - Chile  
Lote 1 Río Seco - Pta. Arenas  
Mario Leal N°134 - Cabo de Hornos - Pto. Williams

**RUT.: 78.304.900-7**  
FACTURA DE VENTAS Y SERVICIOS  
NO AFECTOS O EXENTOS DE IVA  
**Nº 00057**

S.I.L. — PUNTA ARENAS

05 de MAYO de 200 5  
Nombre o Razón Social: **EMPRESA ELÉCTRICA DE MAGALLANES S.A.** RUT. **88.221.200-9**  
Dirección: **CROACIA No 444** Comuna: **PUNTA ARENAS**  
Giro: **Generación, Trans. y Dist. energía eléctrica** Teléfono: **714040** Casilla:  
Guía-Despacho N° Condiciones de venta: Contado  Crédito

Por lo siguiente: DEBE

| CANTIDAD | DETALLE   | PRECIO UNITARIO | TOTAL       |
|----------|---|-----------------|-------------|
|          | POR AMPLIACIÓN PLATAFORMA PATIO MEDIA TENSION.<br><br><i>J. Leal 134<br/>cgu. 5341306</i> |                 | 4.070.825.- |
|          | Cancelado   | TOTAL \$        | 4.070.825.- |

Cuatro millones setenta mil ochocientos veinticinco pesos.- de de 200

Nombre: RUT:  
Fecha: Recinto: Firma  
El acuse de recibo que se declara en este acto, de acuerdo a lo dispuesto en la letra b) del Art. 4º, y la letra c) del Art. 5º de la Ley 19.983, acredita que la entrega de la mercadería o servicio prestado ha sido recibido en total conformidad.  
Imprenta "LATINA" - Chilopé 310 - Fono/Fax 241494 - Punta Arenas

ORIGINAL — CLIENTE

IP: 2005143  
CO. 5341306

**SOCIEDAD CONSTRUCTORA Y REPRESENTACIONES AES LTDA.**  
CONSTRUCCIÓN Y/O INSTALACIÓN DE OBRAS NO CLASIFICADAS EN OTRA PARTE, COMPRA Y VENTA DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS, IMPORTACIONES  
Rómulo Correa N°0428 - Fono:216846  
Usuario de Zona Franca Km. 3½ norte  
Punta Arenas - Chile  
Lote 1 Río Seco - Pta. Arenas  
Mario Leal N°134 - Cabo de Hornos - Pto. Williams

**RUT.: 78.304.900-7**  
FACTURA DE VENTAS Y SERVICIOS NO AFECTOS O EXENTOS DE IVA  
Nº 00054

S.I.I. — PUNTA ARENAS

05 de MAYO de 2005

Nombre o Razón Social: **EMPRESA ELÉCTRICA DE MAGALLANES S.A.** RUT. 88.221.200-9  
Dirección: **CROACIA No 444** Comuna: **PUNTA ARENAS**  
Giro: **Generación, Trans. y Dist. energía eléctrica** Teléfono: **714040** Casilla:  
Guía Despacho N° Condiciones de venta: Contado  Crédito

Por lo siguiente:

| CANTIDAD  | DETALLE   | PRECIO UNITARIO | TOTAL                |
|---|---|-----------------|----------------------|
|   | <p>FOR AMPLIACIONES DE FUNDACIONES PATIO ALTA.</p> <p><i>IP: 2005143</i><br/><i>CA: 5341306</i></p> |                 | 1.968.750.-          |
| Son Un millón novecientos sesenta y ocho mil setecientos cincuenta pesos. |   | Cancelado       | TOTAL \$ 1.968.750.- |

Nombre: RUT.:  
Fecha: Recinto: Firma

El acuse de recibo que se declara en este acto, de acuerdo a lo dispuesto en la letra b) del Art. 4°, y la letra c) del Art. 5° de la Ley 19.983, acredita que la entrega de la mercadería o servicio prestado ha sido recibido en total conformidad.

ORIGINAL — CUENTE

*IP: 2005143*  
*CA: 5341306*

**SOCIEDAD CONSTRUCTORA Y REPRESENTACIONES AES LTDA.**  
CONSTRUCCIÓN Y/O INSTALACIÓN DE OBRAS NO CLASIFICADAS EN OTRA PARTE, COMPRA Y VENTA DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS, IMPORTACIONES  
Rómulo Correa N°0428 - Fono:216846  
Usuario de Zona Franca Km. 3½ norte  
Punta Arenas - Chile  
Lote 1 Río Seco - Pta. Arenas  
Mario Leal N°134 - Cabo de Hornos - Pto. Williams

**RUT.: 78.304.900-7**  
FACTURA DE VENTAS Y SERVICIOS  
NO AFECTOS O EXENTOS DE IVA  
**Nº 00055**

S.I.I. — PUNTA ARENAS

05 de MAYO de 2005

Nombre o Razón Social: **EMPRESA ELÉCTRICA DE MAGALLANES S.A.** RUT. **88.221.200-9**  
Dirección: **CROACIA No 444** Comuna: **PUNTA ARENAS**  
Giro: **Generación, Trans. y Dist. energía eléctrica** Teléfono: **714040** Casilla:  
Guía Despacho N° Condiciones de venta:  Contado  Crédito

| Por lo siguiente:  |  | PRECIO UNITARIO | TOTAL               |
|--|--|-----------------|---------------------|
| CANTIDAD   | DETALLE  |                 |                     |
|  | <p>FOR AMPLIACIONES DE OBRA, CÁMARAS ELÉCTRICAS DE 1,2 x 1,2 x 1</p> <p><i>[Firma]</i><br/>IP-2005143<br/>CO-5341306</p> |                 | 1.065.959.-         |
| Son: <b>Un millón sesenta y cinco mil novecientos cincuenta y nueve pesos.</b> |  | Cancelado       | TOTAL S 1.065.959.- |

Nombre: \_\_\_\_\_ RUT: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_ Recinto: \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_  
El acuse de recibo que se declara en este acto, de acuerdo a lo dispuesto en la letra b) del Art. 4º, y la letra c) del Art. 5º de la Ley 19.983, acredita que la entrega de la mercadería o servicio prestado ha sido recibido en total conformidad.

ORIGINAL — CLIENTE

IP-2005143  
CO-5341306

## 13 ANEXO: COTIZACIÓN REPUESTOS PARA OVERHAUL

### Unidad 3412



FINNING CHILE S.A. Cotización N. 910012460 del 04/01/2009

Agradecemos responder a la dirección: RUBEN.MANSILLA@FINNING.CL  
Cotización válida hasta el: 04/02/2009

Cliente : FARENIF EXISTENCIA ZONA FRANCA R.U.T : 91469000-4  
Dirección:  
Ciudad : PTA ARENAS Telefono :  
Giro :

SRS. EDLMAG S. A.  
COTIZACION VALIDAS 30 DIAS  
PLAZO DE ENTREGA 12 A 15 DIAS APROXIMADAMENTE  
ZONA FRANCA

O/Comprar: 99221200-9

Despacho por:

Bod: 91 D4v: P Vendr: RWA Cod/Vtar: 1 P/C: 2P L/C: M/C: 20

| Maquina: | Marca:   | Modelo:           | Serie:   |            |           |
|----------|----------|-------------------|----------|------------|-----------|
| Item     | Codigo   | Descripcion       | Cantidad | Precio     | Valor     |
| 1        | 253-1752 | METAL AXIAL       | 2        | 17.341,00  | 34.682    |
| 2        | 217-0390 | METAL BANCADA     | 7        | 23.912,00  | 166.684   |
| 3        | 243-6719 | KIT METALES       | 1        | 142.746,00 | 142.746   |
| 4        | 197-9322 | CAMISA            | 12       | 75.606,00  | 907.272   |
| 5        | 4N-6659  | SUJE LEVA         | 2        | 19.039,00  | 36.076    |
| 6        | 4N-6695  | SUJE LEVA         | 5        | 15.049,00  | 75.445    |
| 7        | 6V-4714  | JGO.ENFAQUETADURA | 1        | 53.535,00  | 53.535    |
| 8        | 232-2600 | JGO.ENFAQUETADURA | 1        | 96.493,00  | 96.493    |
| 9        | 6V-2545  | JGO.ENFAQUETADURA | 1        | 104.922,00 | 104.922   |
| 10       | 234-1630 | JGO.ENFAQUETADURA | 1        | 142.959,00 | 142.959   |
| 11       | 249-5160 |                   | 2        | 235.542,00 | 471.164   |
| 12       | 160-9874 | JGO.ENFAQUETAD    | 12       | 19.439,00  | 236.069   |
| 13       | 6V-9727  | JGO.ENFAQUETADURA | 1        | 19.957,00  | 19.957    |
| 14       | 6V-2543  | JGO.ENFAQUETADURA | 1        | 96.165,00  | 96.165    |
| 15       | 4N-0977  | DESCANSO          | 1        | 19.239,00  | 19.239    |
| 16       | 131-7123 | RODAMIENTO        | 1        | 21.740,00  | 21.740    |
| 17       | 75-5005  | GUIA              | 2        | 1.720,00   | 3.440     |
| 18       | 4N-1025  | EJE               | 1        | 94.660,00  | 94.660    |
| 19       | 4N-1609  | PASADOR           | 12       | 31.602,00  | 379.224   |
| 20       | 7E-5665  | PASADOR RETENEDOR | 24       | 1.222,00   | 29.328    |
| 21       | 4P-9495  | SUJE BIELA        | 12       | 9.304,00   | 99.696    |
| 22       | 9V-7212  | ENSAMBLE PISTON   | 12       | 113.320,00 | 1.359.840 |
| 23       | 9V-6199  | JGO.DESCANSES STD | 1        | 76.525,00  | 76.525    |
| 24       | 134-3761 | ANILLO            | 12       | 19.591,00  | 235.092   |
| Item     | Codigo   | Descripcion       | Cantidad | Precio     | Valor     |

**FINNING CAT**

|      |          |                    |          |            |           |
|------|----------|--------------------|----------|------------|-----------|
| 25   | 2P-2417  | ANILLO             | 12       | 19.591,00  | 235.092   |
| 26   | 7N-7074  | ANILLO PISTON      | 12       | 19.591,00  | 235.092   |
| 27   | 7C-4494  | CUBIERTA           | 1        | 16.570,00  | 16.570    |
| 28   | 1M-7234  | EJE A              | 1        | 134.497,00 | 134.497   |
| 29   | 2S-2760  | RESORTE            | 1        | 3.550,00   | 3.550     |
| 30   | 4N-1431  | VALVULA OEA ACEITE | 1        | 32.624,00  | 32.624    |
| 31   | 1M-7234  | EJE A              | 1        | 174.147,00 | 174.147   |
| 32   | 7N-2154  | DESCANSO           | 2        | 12.431,00  | 24.862    |
| 33   | 4N-4472  | RESORTE ELEVADOR   | 24       | 3.702,00   | 88.848    |
| 34   | 101-7744 | CONJ. ALZA VALVULA | 24       | 63.344,00  | 1.520.352 |
| 35   | 4L-4925  | PERNO              | 15       | 69,00      | 1.035     |
| 36   | 4N-5533  | PISTON             | 2        | 4.946,00   | 9.892     |
| 37   | 4N-2523  | CORREDERA          | 2        | 14.565,00  | 29.130    |
| 38   | 4N-5154  | PESO AUTO          | 2        | 45.600,00  | 91.200    |
| 39   | 4N-0493  | ANILLO             | 1        | 2.921,00   | 2.921     |
| 40   | 9N-5077  | RESORTE EXTERNO    | 2        | 4.413,00   | 8.826     |
| 41   | 9N-5074  | RESORTE INTERNO    | 2        | 2.900,00   | 5.800     |
| 42   | 7L-4144  | TERMINAL           | 2        | 11.402,00  | 22.804    |
| 43   | 4V-4144  | TUERCA             | 2        | 69,00      | 138       |
| 44   | 4L-3524  | EMPAQUETADORA      | 1        | 691,00     | 691       |
| 45   | 4L-2042  | ACOPLEMIENTO       | 1        | 93.284,00  | 93.284    |
| 46   | 5S-0403  | TUERCA             | 4        | 55,00      | 220       |
| 47   | 4N-2204  | TAPA A             | 1        | 11.733,00  | 11.733    |
| 48   | 101-2744 | ENTRADA ADAPTADOR  | 1        | 60.461,00  | 60.461    |
| 49   | 124-3044 | JCO. EMPAQUETADURA | 1        | 120.412,00 | 120.412   |
| 50   | 7C-1064  | IMPLENTE           | 1        | 110.916,00 | 110.916   |
| 51   | 6C-3100  | SELLO              | 1        | 4.537,00   | 4.537     |
| 52   | 4M-3464  | GRUPO SELLOS       | 1        | 9.294,00   | 9.294     |
| 53   | 115-2344 | VALVULA ADMISION   | 24       | 21.924,00  | 526.224   |
| 54   | 115-2347 | VALVULA ESCAPE     | 24       | 20.424,00  | 489.972   |
| 55   | 2A-4424  | SEGURO             | 10       | 264,00     | 2.640     |
| 56   | 4N-7175  | ROTADOR VALVULA    | 49       | 6.795,00   | 332.955   |
| 57   | 4N-5904  | RESORTE            | 49       | 4.675,00   | 229.075   |
| 58   | 173-7144 | GUIA VALVULA       | 49       | 7.246,00   | 355.054   |
| Item | Código   | Descripción        | Cantidad | Precio     | Valor     |
| 59   | 4N-7253  | EMPAQUETADORA      | 12       | 1.124,00   | 13.488    |



|      |          |                   |          |           |         |
|------|----------|-------------------|----------|-----------|---------|
| 60   | 4M-5249  | SELLO ANILLO O    | 12       | 1.913,00  | 22.956  |
| 61   | 4M-5493  | INSERTO           | 24       | 7.990,00  | 191.760 |
| 62   | 1M-5243  | INSERTO           | 24       | 9.730,00  | 233.520 |
| 63   | 1R-0716  | FILTRO            | 2        | 13.304,00 | 26.616  |
| 64   | 109-0076 | SELLO ANILLO O    | 3        | 3.304,00  | 9.924   |
| 65   | 4M-0465  | EMPAQUETADORA     | 1        | 642,00    | 642     |
| 66   | 3J-7354  | SELLO ANILLO O    | 1        | 331,00    | 331     |
| 67   | 109-0078 | SELLO ANILLO O    | 1        | 2.610,00  | 2.610   |
| 68   | 9M-0453  | EMBUDO            | 2        | 10.604,00 | 21.216  |
| 69   | 4M-4150  | RESORTE           | 2        | 3.104,00  | 6.216   |
| 70   | 5P-1255  | CM MANGUERA STK   | 10       | 262,00    | 2.620   |
| 71   | 9M-2904  | ABRAZADERA        | 4        | 1.409,00  | 5.636   |
| 72   | 4M-5962  | MANGUERA          | 1        | 6.204,00  | 6.204   |
| 73   | 1M-0491  | ANILLO            | 2        | 17.507,00 | 35.014  |
| 74   | 106-9409 | SELLO             | 2        | 14.965,00 | 29.930  |
| 75   | 5L-4454  | ANILLO            | 2        | 3.039,00  | 6.078   |
| 76   | 9X-7379  | SELLO             | 1        | 694,00    | 694     |
| 77   | 4M-1969  | AMORTIGUADOR      | 1        | 9.446,00  | 9.446   |
| 78   | 3S-9643  | SELLO             | 2        | 6.001,00  | 12.002  |
| 79   | 7C-0307  | EMPAQUETADORA     | 3        | 694,00    | 2.094   |
| 80   | 109-0073 | SELLO ANILLO O    | 1        | 2.970,00  | 2.970   |
| 81   | 244-5513 | TERMOSTATO        | 2        | 21.942,00 | 43.944  |
| 82   | 109-0072 | SELLO ANILLO O    | 2        | 2.763,00  | 5.546   |
| 83   | 4M-1156  | EMPAQUETADORA     | 2        | 914,00    | 1.836   |
| 84   | 109-0076 | SELLO ANILLO O    | 1        | 3.304,00  | 3.304   |
| 85   | 6V-4745  | JGO.EMPAQUETADORA | 1        | 33.247,00 | 33.247  |
| 86   | 4M-0464  | EMPAQUETADORA     | 1        | 1.133,00  | 1.133   |
| 87   | 109-0074 | SELLO ANILLO O    | 1        | 4.434,00  | 4.434   |
| 88   | 4M-1946  | EMPAQUETADORA     | 1        | 1.713,00  | 1.713   |
| 89   | 2M-2766  | CONSTRATUERCA     | 24       | 2.234,00  | 53.712  |
| 90   | 5M-2494  | GOLILLA           | 24       | 110,00    | 2.640   |
| 91   | 2S-3770  | ESPACIADOR        | 20       | 5.514,00  | 110.360 |
| 92   | 9V-2949  | RESPIRADERO A     | 2        | 20.165,00 | 40.330  |
| 93   | 2M-4109  | ABRAZADERA        | 2        | 8.232,00  | 16.464  |
| Item | Codigo   | Descripcion       | Cantidad | Precio    | Valor   |
| 94   | 4F-7390  | ANILLO            | 2        | 1.764,00  | 3.536   |



|      |          |                     |          |            |           |
|------|----------|---------------------|----------|------------|-----------|
| 95   | 78-0139  | TUERCA COMPENSACION | 1        | 2.199,00   | 2.199     |
| 96   | 24-0727  | CONJUNTO REPARACION | 1        | 17.873,00  | 17.873    |
| 97   | 50-4057  | DESCANSO            | 2        | 11.491,00  | 22.992    |
| 98   | 50-4047  | CANISA              | 1        | 11.996,00  | 11.996    |
| 99   | 50-4046  | ANILLO              | 1        | 2.569,00   | 2.569     |
| 100  | 48-7597  | DESCANSO            | 1        | 21.291,00  | 21.291    |
| 101  | 48-7609  | ANILLO AXIAL        | 2        | 4.386,00   | 8.386     |
| 102  | 48-7594  | CANISA              | 1        | 30.994,00  | 30.994    |
| 103  | 48-0018  | FILERO AIRE         | 1        | 56.673,00  | 56.673    |
| 104  | 18-0749  | FILERO              | 2        | 11.769,00  | 23.538    |
| 105  | 105-2506 | BOMBA CERRADO       | 1        | 49.661,00  | 49.661    |
| 106  | 17-4622  | RODAMIENTO          | 1        | 1.699,00   | 1.699     |
| 107  | 21-7103  | RODAMIENTO          | 1        | 2.199,00   | 2.199     |
| 108  | 70-0757  | ANILLO              | 1        | 140,00     | 140       |
| 109  | 68-6441  | MANGA FUENTE        | 2        | 11.637,00  | 23.274    |
| 110  | 68-6442  | MANGA FUENTE        | 1        | 9.363,00   | 9.363     |
| 111  | 78-0242  | MANGA FUENTE        | 2        | 6.471,00   | 12.942    |
| 112  | 10-7994  | RODAMIENTO          | 2        | 6.333,00   | 12.666    |
| 113  | 90-4169  | SOPORTE             | 2        | 6.271,00   | 12.542    |
| 114  | 48-1072  | ESLABON             | 1        | 5.029,00   | 5.029     |
| 115  | 48-2299  | CERCHALLERA RH      | 1        | 113.333,00 | 113.333   |
| 116  | 48-2299  | CERCHALLERA LH      | 1        | 95.099,00  | 95.099    |
| 117  | 68-6991  | CONJ. ALZA VALVULA  | 12       | 69.169,00  | 1.070.028 |
| 118  | 68-0040  | TAPON               | 1        | 5.140,00   | 5.140     |
| 119  | 78-2604  | SOPORTE A           | 1        | 66.093,00  | 66.093    |
| 120  | 74-0192  | ELEMENTO BOMBANTE   | 12       | 97.473,00  | 1.169.724 |
| 121  | 48-1116  | EJE A               | 1        | 71.925,00  | 71.925    |
| 122  | 139-6436 | SELLANTE            | 1        | 5.773,00   | 5.773     |
| 123  | 78-0046  | GRUPO VALVULA       | 1        | 1.236,00   | 1.236     |
| 124  | 67-6059  | BUTE                | 1        | 6.243,00   | 6.243     |
| 125  | 48-7357  | DESCANSO            | 1        | 6.609,00   | 6.609     |
| 126  | 17-6616  | TUERCA              | 1        | 229,00     | 229       |
| 127  | 48-1119  | ENGRANAJE           | 1        | 34.790,00  | 34.790    |
| Item | Código   | Descripcion         | Cantidad | Precio     | Valor     |
| 128  | 48-4653  | GOLILLA             | 2        | 29,00      | 58        |
| 129  | 68-1069  | RESORTE             | 1        | 2.079,00   | 2.079     |



|              |                 |    |           |           |
|--------------|-----------------|----|-----------|-----------|
| 130 2M-3294  | EMBOLO A        | 1  | 19.996,00 | 19.996    |
| 131 3M-1469  | CHAVETA         | 1  | 2.254,00  | 2.254     |
| 132 4M-7465  | EMPAQUETADORA   | 1  | 470,00    | 470       |
| 133 9Y-3969  | CASERIA         | 2  | 34.226,00 | 68.452    |
| 134 7M-2515  | RETENEDOR       | 2  | 13.764,00 | 27.568    |
| 135 5P-6119  | SELLO           | 12 | 2.452,00  | 29.424    |
| 136 4M-7019  | BOQUILLA A      | 12 | 93.921,00 | 1.127.052 |
| 137 7M-6764  | MANGUERA        | 1  | 7.527,00  | 7.527     |
| 138 5P-1717  | ARRAIZADERA     | 2  | 2.976,00  | 5.952     |
| 139 5P-1269  | CM MANGUERA STX | 13 | 711,00    | 9.243     |
| 140 6T-6726  | ARRAIZADERA     | 2  | 2.640,00  | 5.280     |
| 141 101-2644 | ANTICONGELANTE  | 16 | 7.092,00  | 113.472   |

MONTO TOTAL \$ 15.212.102

NOTA-LISTADO ESTIMATIVO DE REPUESTOS PARA REPARAR MOTOR 3412  
SERIE 91214290.-  
ATTE.FINNING CHILE S.A.

Confeccionada por: RUBEN MANSILLA-P.ARE

**Unidad 3508**



FINNING CHILE S.A. Cotización N. 910012453 del 03/01/2009

Agradecemos responder a la dirección: RUBEN.MANSILLA@FINNING.CL  
Cotización válida hasta el: 03/02/2009

Cliente : BARENSE EXISTENCIA ZONA FRANCA R.U.T : 91669000-4  
Dirección:  
Ciudad : PTA ARENAS Telefono :  
Giro :

SRS BOELMAG S.A.  
COTIZACION VALIDA 30 DIAS  
PLAZO DE ENTREGA 12 A 15 DIAS APROXIMADAMENTE  
ZONA FRANCA

C/Orden: 99221200-P Despecho por:

Mod: 01 Div: P Vendr: RWA Cod/Vta: 1 P/O: 2P L/O: M/O: 20

| Maquina: | Marca:   | Modelo:           | Series:  |            |         |
|----------|----------|-------------------|----------|------------|---------|
| Item     | Codigo   | Descripcion       | Cantidad | Precio     | Valor   |
| 1        | 294-6120 | JGO.ENSACUETADURA | 1        | 140.639,00 | 140.639 |
| 2        | 196-0237 | JGO.ENSACUETADURA | 1        | 51.063,00  | 51.063  |
| 3        | 97-7691  | JGO.ENSACUETADURA | 1        | 159.697,00 | 159.697 |
| 4        | 305-2747 | JGO.ENSACUETADURA | 1        | 249.224,00 | 249.224 |
| 5        | 67-3774  | JGO.ENSACUETADURA | 9        | 12.053,00  | 99.424  |
| 6        | 197-8346 | JGO.ENSACUETADURA | 1        | 69.367,00  | 69.367  |
| 7        | 148-7973 | JGO.ENSACUETADURA | 1        | 216.697,00 | 216.697 |
| 8        | 200-3697 | JGO.ENSACUETADURA | 1        | 133.779,00 | 133.779 |
| 9        | 224-7719 | GASKET KIT        | 1        | 122.203,00 | 122.203 |
| 10       | 293-3021 | JGO.ENSACUETADURA | 1        | 546.919,00 | 546.919 |
| 11       | 67-9497  | JGO.ENSACUETADURA | 9        | 11.414,00  | 91.329  |
| 12       | 67-5499  | JGO.ENSACUETADURA | 1        | 147.174,00 | 147.174 |
| 13       | 291-2699 | KIT-GASKET        | 1        | 337.949,00 | 337.949 |
| 14       | 294-6131 | KIT-GASKET-A      | 1        | 97.910,00  | 97.910  |
| 15       | 101-1345 | PLACA AXIAL       | 1        | 12.122,00  | 12.122  |
| 16       | 78-6293  | CAMISA            | 1        | 39.107,00  | 39.107  |
| 17       | 4M-3027  | RESPIRADERO A     | 1        | 40.354,00  | 40.354  |
| 18       | 033-6031 | ANELLO O          | 1        | 6.667,00   | 6.667   |
| 19       | 50-0597  | ARRABADERA        | 1        | 2.042,00   | 2.042   |
| 20       | 141-7143 | CODO MANGUERA     | 1        | 6.646,00   | 6.646   |
| 21       | 4M-3034  | ARRABADERA        | 1        | 7.643,00   | 7.643   |
| 22       | 50-4669  | ARRABADERA        | 1        | 2.721,00   | 2.721   |
| 23       | 78-3219  | GOLILLA           | 2        | 19.751,00  | 39.502  |
| 24       | 50-2494  | GOLILLA           | 9        | 111,00     | 999     |
| Item     | Codigo   | Descripcion       | Cantidad | Precio     | Valor   |



|      |          |                    |          |            |           |
|------|----------|--------------------|----------|------------|-----------|
| 25   | TK-6016  | EMPAQUETADORA      | 4        | 1.019,00   | 4.072     |
| 26   | 4N-1996  | EMPAQUETADORA      | 1        | 399,00     | 399       |
| 27   | 109-2332 | SELLO ANILLO O     | 2        | 7.927,00   | 15.854    |
| 28   | 1A-5193  | PERNO              | 3        | 637,00     | 1.911     |
| 29   | 2M-2072  | SELLO ANILLO O     | 9        | 4.375,00   | 39.375    |
| 30   | 2M-2073  | SELLO ANILLO O     | 9        | 5.005,00   | 45.045    |
| 31   | 7N-4945  | EMPAQUETADORA      | 3        | 599,00     | 1.797     |
| 32   | 7C-6209  | PLACA AXIAL        | 2        | 173.799,00 | 347.598   |
| 33   | 149-6031 | DESCANSO BANCADA   | 5        | 91.244,00  | 456.220   |
| 34   | 7N-2049  | EJE LEVAS FUENTE   | 10       | 36.470,00  | 364.700   |
| 35   | 6V-3349  | SELLO              | 9        | 3.337,00   | 29.973    |
| 36   | 5P-9210  | SELLO ANILLO O     | 2        | 3.607,00   | 7.214     |
| 37   | 9T-2929  | SELLO              | 1        | 1.309,00   | 1.309     |
| 38   | 211-7926 | CAMISA             | 9        | 160.161,00 | 1.441.449 |
| 39   | 2A-4429  | SEGURO             | 24       | 270,00     | 6.480     |
| 40   | 19T-6999 | CONJ. ROTO BORNA   | 32       | 6.259,00   | 200.288   |
| 41   | 130-2607 | INSERTO            | 32       | 15.265,00  | 490.480   |
| 42   | 133-9306 | GUIA VALVULA       | 32       | 7.799,00   | 249.568   |
| 43   | 210-2542 | VALVULA - ADMISION | 32       | 29.322,00  | 938.304   |
| 44   | 7J-9114  | EMPAQUETADORA      | 1        | 1.976,00   | 1.976     |
| 45   | 7N-5244  | DESCANSO           | 1        | 29.142,00  | 29.142    |
| 46   | 4N-5255  | SELLO ANILLO O     | 1        | 4.514,00   | 4.514     |
| 47   | 1T-0132  | SELLO              | 1        | 2.797,00   | 2.797     |
| 48   | 7N-5244  | DESCANSO           | 1        | 29.142,00  | 29.142    |
| 49   | 3B-9453  | SELLO              | 1        | 796,00     | 796       |
| 50   | 2M-4453  | SELLO ANILLO O     | 1        | 464,00     | 464       |
| 51   | 7L-4447  | TAPA A             | 1        | 12.900,00  | 12.900    |
| 52   | 6V-5049  | SELLO ANILLO O     | 4        | 1.454,00   | 5.816     |
| 53   | 5N-2994  | GOLILLA            | 9        | 111,00     | 999       |
| 54   | 5P-4992  | SELLO ANILLO O     | 2        | 5.999,00   | 11.998    |
| 55   | 2S-5100  | CONJ. VALVULA      | 1        | 13.230,00  | 13.230    |
| 56   | 6V-9001  | SELLO              | 1        | 7.927,00   | 7.927     |
| 57   | 1N-2995  | RESORTE            | 1        | 3.164,00   | 3.164     |
| 58   | 6V-3907  | SELLO ANILLO O     | 4        | 10.744,00  | 42.976    |
| Item | Codigo   | Descripcion        | Cantidad | Precio     | Valor     |
| 59   | 1R-0726  | FILTRO             | 3        | 24.919,00  | 74.757    |

**FINNING CAT**

|      |          |                    |          |           |        |
|------|----------|--------------------|----------|-----------|--------|
| 60   | 4M-3251  | SELLO              | 2        | 6.030,00  | 12.060 |
| 61   | 50-5957  | SELLO              | 1        | 9.744,00  | 9.744  |
| 62   | 5P-4492  | SELLO AXILLO O     | 2        | 5.499,00  | 11.796 |
| 63   | 2M-1638  | RESORTE            | 1        | 14.123,00 | 14.123 |
| 64   | 2M-1969  | VALVULA            | 1        | 22.652,00 | 22.652 |
| 65   | 2B-9790  | SELLO AXILLO O     | 1        | 505,00    | 505    |
| 66   | 50-5957  | SELLO              | 2        | 9.744,00  | 17.488 |
| 67   | 2B-5100  | CONJ. VALVULA      | 1        | 13.230,00 | 13.230 |
| 68   | 4V-5049  | SELLO AXILLO O     | 5        | 1.454,00  | 7.270  |
| 69   | 3X-0360  | SELLO              | 1        | 436,00    | 436    |
| 70   | 1X-2495  | RESORTE            | 1        | 3.164,00  | 3.164  |
| 71   | 1B-0754  | CONJ. ELEMENTO     | 5        | 12.939,00 | 64.695 |
| 72   | 9V-8369  | EMPAQUETADORA      | 1        | 1.177,00  | 1.177  |
| 73   | 4V-5049  | SELLO AXILLO O     | 1        | 1.649,00  | 1.649  |
| 74   | 3B-8453  | SELLO              | 1        | 796,00    | 796    |
| 75   | 7X-5244  | DESCANSO           | 1        | 29.142,00 | 29.142 |
| 76   | 7X-5246  | GOLILLA DE PRESION | 2        | 31.354,00 | 62.709 |
| 77   | 7C-3254  | CONJUNTO GOLILLA   | 1        | 69.949,00 | 69.949 |
| 78   | 6B-5255  | SELLO AXILLO O     | 2        | 4.524,00  | 9.029  |
| 79   | 7X-5244  | DESCANSO           | 1        | 29.142,00 | 29.142 |
| 80   | 7X-5243  | CARISA             | 1        | 40.215,00 | 40.215 |
| 81   | 1T-0132  | SELLO              | 1        | 2.797,00  | 2.797  |
| 82   | 5B-7137  | GOLILLA            | 2        | 1.454,00  | 2.909  |
| 83   | 5B-7136  | GOLILLA            | 2        | 1.052,00  | 2.104  |
| 84   | 12B-9750 | SOPORTE            | 2        | 20.749,00 | 41.496 |
| 85   | 101-1345 | PLACA AXIAL        | 1        | 12.122,00 | 12.122 |
| 86   | 7X-4963  | CARISA             | 1        | 39.107,00 | 39.107 |
| 87   | 1X-3966  | GOLILLA DE PRESION | 2        | 29.215,00 | 58.430 |
| 88   | 6L-4374  | SOPORTE            | 2        | 15.113,00 | 30.226 |
| 89   | 6V-8955  | VARILLA            | 1        | 13.313,00 | 13.313 |
| 90   | 155-2270 | CONJUNTO TAPONES   | 1        | 1.921,00  | 1.921  |
| 91   | 146-3736 | CASQUILLO CONEXION | 2        | 495,00    | 970    |
| 92   | 149-5746 | GRUPO SENSOR       | 1        | 64.494,00 | 64.494 |
| 93   | 6V-8955  | VARILLA            | 1        | 13.313,00 | 13.313 |
| Item | Codigo   | Descripcion        | Cantidad | Precio    | Valor  |
| 94   | 4M-5369  | EMPAQUETADORA      | 1        | 624,00    | 624    |

**FINNING CAT**

|      |          |                |          |            |           |
|------|----------|----------------|----------|------------|-----------|
| 95   | 58-1180  | SELLO          | 1        | 2.381,00   | 2.381     |
| 96   | 6X-4276  | INTERRUPTOR A  | 1        | 33.528,00  | 33.528    |
| 97   | 68-9885  | ENPAQUETADORA  | 1        | 2.381,00   | 2.381     |
| 98   | 6Y-3348  | SELLO          | 1        | 3.337,00   | 3.337     |
| 99   | 7J-0204  | SELLO ANILLO O | 3        | 312,00     | 936       |
| 100  | 1J-9671  | SELLO ANILLO O | 1        | 338,00     | 338       |
| 101  | 6Y-6280  | SELLO          | 1        | 9.207,00   | 9.207     |
| 102  | 7C-5238  | COSLT. TUGO    | 1        | 13.908,00  | 13.908    |
| 103  | 6B-9282  | RESORTE        | 2        | 3.908,00   | 7.816     |
| 104  | 5D-5446  | SELLO ANILLO O | 1        | 6.009,00   | 6.009     |
| 105  | 2M-1989  | VALVULA        | 1        | 22.682,00  | 22.682    |
| 106  | 108-2332 | SELLO ANILLO O | 1        | 7.927,00   | 7.927     |
| 107  | 2M-1638  | RESORTE        | 1        | 14.123,00  | 14.123    |
| 108  | 3J-1997  | SELLO          | 17       | 367,00     | 6.239     |
| 109  | 7E-3821  | VALVULA        | 1        | 58.792,00  | 58.792    |
| 110  | 78-6806  | SELLO          | 2        | 368,00     | 736       |
| 111  | 98-4053  | RESORTE        | 1        | 4.036,00   | 4.036     |
| 112  | 78-6806  | SELLO          | 2        | 368,00     | 736       |
| 113  | 68-3840  | ANILLO         | 2        | 16.393,00  | 32.786    |
| 114  | 5D-6382  | SELLO          | 1        | 1.990,00   | 1.990     |
| 115  | 6Y-5066  | SELLO          | 2        | 2.520,00   | 5.040     |
| 116  | 58-2894  | GOLILLA        | 4        | 111,00     | 444       |
| 117  | 1S-5772  | ENPAQUETADORA  | 1        | 1.738,00   | 1.738     |
| 118  | 6Y-6809  | SELLO          | 1        | 3.091,00   | 3.091     |
| 119  | 6Y-7891  | SELLO          | 1        | 10.260,00  | 10.260    |
| 120  | 78-5057  | ENPAQUETADORA  | 1        | 2.437,00   | 2.437     |
| 121  | 1M-6005  | RODAMIENTO     | 3        | 16.040,00  | 48.120    |
| 122  | 1M-6005  | RODAMIENTO     | 3        | 16.040,00  | 48.120    |
| 123  | 78-5449  | CARRETE        | 1        | 20.000,00  | 20.000    |
| 124  | 2S-2760  | RESORTE        | 1        | 3.558,00   | 3.558     |
| 125  | 7E-6809  | INYECTORES     | 8        | 690.552,00 | 5.524.416 |
| 126  | 18-9696  | ANILLO         | 1        | 1.059,00   | 1.059     |
| 127  | 1M-4009  | ENPAQUETADORA  | 1        | 1.710,00   | 1.710     |
| Item | Código   | Descripcion    | Cantidad | Precio     | Valor     |
| 128  | 7C-2870  | BUJE           | 2        | 20.298,00  | 40.596    |
| 129  | 6Y-0985  | SELLO ANILLO   | 2        | 748,00     | 1.496     |

**FINNING CAT**

|      |          |                    |          |            |           |
|------|----------|--------------------|----------|------------|-----------|
| 130  | 273-3049 | SELLO              | 1        | 11.021,00  | 11.021    |
| 131  | 273-3090 | SELLO BORDE        | 1        | 10.294,00  | 10.294    |
| 132  | 70-2970  | BUJE               | 2        | 20.294,00  | 40.588    |
| 133  | 1M-4055  | RESORTE            | 1        | 2.721,00   | 2.721     |
| 134  | 1M-4007  | VALVULA            | 1        | 2.651,00   | 2.651     |
| 135  | 1M-4009  | COMJ. VALVULA      | 1        | 1.710,00   | 1.710     |
| 136  | 2M-9723  | EJE                | 1        | 125.994,00 | 125.994   |
| 137  | 90-5234  | SELLO BORDE        | 1        | 14.379,00  | 14.379    |
| 139  | 146-4376 | GRUPO SELLOS       | 1        | 36.491,00  | 36.491    |
| 139  | 47-6297  | TUERCA             | 1        | 921,00     | 921       |
| 140  | 30-2924  | SELLO ANILLO O     | 1        | 623,00     | 623       |
| 141  | 48-5434  | FILTRO             | 2        | 277,00     | 554       |
| 142  | 7M-4754  | GOLILLA DE PRESION | 1        | 26.059,00  | 26.059    |
| 143  | 61-4950  | TERMOSTATO         | 4        | 16.442,00  | 65.768    |
| 144  | 33-9643  | SELLO              | 4        | 6.014,00   | 24.054    |
| 145  | 111-4374 | COMJ. VALVULA IN   | 1        | 1.710,00   | 1.710     |
| 146  | 92-4124  | ENSAMBLE PISTON    | 9        | 490.203,00 | 3.921.824 |
| 147  | 99-1233  | ANILLO PISTON T    | 9        | 25.732,00  | 205.496   |
| 148  | 99-7910  | ANILLO PISTON      | 9        | 25.732,00  | 205.496   |
| 149  | 7M-2221  | ANILLO             | 9        | 25.732,00  | 205.496   |
| 150  | 99-7294  | RETENEDOR          | 2        | 2.999,00   | 5.998     |
| 151  | 7M-2405  | PERNO              | 32       | 15.791,00  | 505.312   |
| 152  | 119-1605 | CAMISA             | 9        | 21.163,00  | 189.304   |
| 153  | 107-7330 | SOPORTE            | 9        | 41.191,00  | 499.529   |
| 154  | 23-4354  | ANILLO SEGURIDAD   | 1        | 201,00     | 201       |
| 155  | 3X-2593  | SELLO              | 1        | 2.644,00   | 2.644     |
| 156  | 2M-3932  | SELLO              | 1        | 794,00     | 794       |
| 157  | 135-2270 | CONJUNTO TAPONES   | 1        | 1.421,00   | 1.421     |
| 159  | 146-5736 | CASQUILLO CONEXION | 2        | 445,00     | 870       |
| 159  | 149-5746 | GRUPO SENSOR       | 1        | 66.494,00  | 66.494    |
| 160  | 146-5736 | CASQUILLO CONEXION | 3        | 445,00     | 1.405     |
| 161  | 109-3190 | INTERRUPTOR        | 1        | 39.454,00  | 39.454    |
| 162  | 135-2240 | JGO.TAPONES        | 1        | 2.015,00   | 2.015     |
| Item | Codigo   | Descripcion        | Cantidad | Precio     | Valor     |
| 163  | 2M-2765  | PERNO              | 9        | 2.320,00   | 20.160    |
| 164  | 2M-2764  | CONRATURERA        | 9        | 2.243,00   | 17.944    |



|             |                |    |           |        |
|-------------|----------------|----|-----------|--------|
| 165 6L-3005 | ARRAZADERA     | 2  | 12.607,00 | 25.214 |
| 166 TN-4792 | RESORTE        | 24 | 3.621,00  | 86.904 |
| 167 TC-4542 | MANGUERA       | 4  | 11.459,00 | 47.436 |
| 168 SP-4469 | ARRAZADERA     | 9  | 2.721,00  | 21.769 |
| 169 TK-6016 | EMPAQUETADORA  | 2  | 1.019,00  | 2.036  |
| 170 6V-3435 | SELLO ANILLO O | 1  | 11.534,00 | 11.534 |
| 171 TC-4543 | MANGUERA       | 2  | 16.519,00 | 33.036 |
| 172 SP-0599 | ARRAZADERA     | 4  | 2.527,00  | 10.109 |
| 173 SP-3144 | SELLO          | 1  | 2.132,00  | 2.132  |
| 174 4B-7255 | COMO           | 2  | 9.491,00  | 18.982 |
| 175 6Y-7652 | TAJA           | 2  | 6.729,00  | 13.459 |
| 176 1J-4034 | SELLO          | 1  | 13.313,00 | 13.313 |
| 177 9T-2929 | SELLO          | 1  | 1.291,00  | 1.291  |

MONTO TOTAL \$ 20.535.543

NOTA-LISTADO DE REPUESTOS ESTIMATIVOS PARA OVERHAUL MOTOR 3509  
SERIE 23203434.-  
ATTE.FINNING CHILE S.A.

Confeccionada por: RUBEN MANSILLA-P.AZE